

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

На правах рукопису
УДК 004.942:519.833.5

До захисту допущено
В. о. завідувача кафедри ММСА
_____ О.Л.Тимошук
«__» _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз
на тему: «Модель явища корупції з використанням теорії кооперативних ігор»

Виконав:

Студент II курсу, групи КА-71мп
Новиков Владислав Романович _____

Керівник: доцент кафедри ММСА,
к.ф.-м.н., доцент, Яковлева А.П. _____

Рецензент: викладач кафедри ВП,
к.т.н., доцент, Тищенко В.М. _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань
Студент _____

Київ
2018

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Рівень вищої освіти — другий (магістерський)

Спеціальність (спеціалізація) — 124 «Системний аналіз» («Системний аналіз і управління»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри ММСА

_____ О.Л. Тимощук

« ____ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту Новикову Владиславу Романовичу

1. Тема дисертації: «Модель явища корупції з використанням теорії кооперативних ігор», науковий керівник дисертації Яковлева Алла Петрівна, доцент, доктор фізико-математичних наук, затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4121-с

2. Термін подання студентом дисертації: _____

3. Об'єкт дослідження: явище корупції та його моделювання

4. Предмет дослідження: математичні та ігрові моделі для формального опису явища корупції.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- 1) Огляд технічної літератури за темою роботи;
- 2) Дослідження актуальності обраної теми;
- 3) Вибір методів для моделювання і прогнозування;
- 4) Збір вхідних даних;
- 5) Виконання обчислювальних експериментів;
- 6) Аналіз результатів моделювання і прогнозування;
- 7) Проведення аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту;
- 8) Підготовка ілюстративного матеріалу;
- 9) Оформлення пояснювальної записки.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

- 1) Постановка завдання дослідження;

- 2) Підготовлені дані;
- 3) Побудовані моделі;
- 4) Порівняння результатів.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

(1) XII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації», Київ, Державний університет телекомунікацій, грудень, 2018р.

8. Дата видачі завдання: _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Отримання завдання на дипломну роботу	07.09.2018 – 08.09.2018	
2.	Огляд технічної літератури за темою	10.09.2018 – 02.10.2018	
3.	Дослідження актуальності обраної теми	03.10.2018 – 05.10.2018	
4.	Вибір методів для моделювання і прогнозування	07.10.2018 – 19.10.2018	
5.	Збір вхідних даних	19.10.2018 – 22.10.2018	
6.	Виконання обчислювальних експериментів	23.10.2018 – 30.10.2018	
7.	Аналіз результатів моделювання і прогнозування	30.10.2018 – 14.11.2018	
8.	Проведення аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту	15.11.2018 – 18.11.2018	
9.	Підготовка ілюстративного матеріалу	18.11.2018 – 22.11.2018	
10.	Оформлення пояснювальної записки	23.11.2018 – 26.11.2018	

Студент

В.Р. Новиков

Науковий керівник дисертації

А.П. Яковлева

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 111 с., 12 рис., 32 табл., 1 додаток, 24 джерела.

Об'єкт дослідження – явище корупції та його моделювання.

Предмет дослідження – математичні та ігрові моделі для формального опису явища корупції.

Методи дослідження – для побудови математичних моделей використані математичний аналіз, та теорія ігор.

Мета дослідження – побудувати модель явища корупції.

Актуальність дослідження – у зв'язку з загостренням проблеми поширення корупції, збільшенням різноманітності форм її проявів на сучасному етапі в процесі становлення і розвитку як економічної, так і політичної системи країн, її впливом на всі сфери життєдіяльності суспільства, а також необхідності посилення боротьби з цим протиправним явищем та наслідками, які воно викликає, питання побудови моделей для подальшого аналізу є дуже важливою задачею сучасності.

Результати дослідження – виконано побудову моделей. В процесі дослідження виявлено, що максимальні штрафи на посадову особу (за прийняття і взаємне отримання хабаря) максимально стримують корупцію (тобто загальна ймовірність хабарництва максимально знижується), а максимальні штрафи на клієнта-навпаки. Як тільки звітність стає більш прибутковою, ймовірність відповіді хабарництва (корупції) піддається безперервному збільшенню. Це залишається вірним до тих пір, поки клієнти караються за хабарі. Принаймні, в межах правдоподібного діапазону і з деякою свободою дій корупція більш ймовірна, якщо ми заохочуємо посадових осіб за звітність про клієнтів. Тільки мінімізація штрафів для клієнтів скорочує цей діапазон.

КОРУПЦІЯ, МОДЕЛЬ ЯВИЩА КОРУПЦІЇ, ІГРОВА МОДЕЛЬ, ІНСПЕКЦІЙНІ ІГРИ, ЗВІТНІСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА КОРУПЦІЮ, МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ

ABSTRACT

Master`s thesis: 111 p., 12 fig., 32 tabl., 1 appendix, 24 sources.

The object of research – the phenomenon of corruption and its modeling.

Subject of research – mathematical and game models for the formal description of the phenomenon of corruption.

Research methods – mathematical analysis and game theory are used to construct mathematical models.

The purpose of the study – to Build a model of the phenomenon of corruption.

Relevance of the study – the issues of building models for further analysis is a very important task of our time due to the aggravation of the problem of corruption, increasing diversity of its manifestations at the present stage in the process of formation and development of both economic and political system of the country, its impact on all spheres of society, as well as the need to strengthen the fight against this illegal phenomenon and the consequences that it causes.

Results of the study – the construction of models. In the process of the study revealed that the maximum penalties on the officer (for the adoption and mutual bribery) to maximally deter corruption (i.e., the total probability of bribery maximally reduced), and the maximum penalties on the customer-on the contrary. Once reporting becomes more profitable, the likelihood of a bribery (corruption) response is continuously increased. This remains true as long as customers are punished for bribes. At least within a plausible range and with some leeway, corruption is more likely if we encourage officials to report customers. Only minimizing penalties for customers reduces this range.

CORRUPTION, MODEL OF CORRUPTION, GAME MODEL, GAME INSPECTION, REPORTING AND ITS IMPACT ON CORRUPTION, MULTI-AGENT SYSTEMS

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 КОРУПЦІЯ: ВИЗНАЧЕННЯ, ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ, ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ. ДЕТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ	10
1.1 Визначення корупції	10
1.2 Причини виникнення корупції	15
1.3 Вплив корупції на функціонування економіки	18
1.3.1 Позитивна роль	18
1.3.2 Негативна роль	20
1.4 Наслідки корупції	22
1.5 Боротьба з корупцією	23
Висновки до розділу	26
РОЗДІЛ 2 ОПТИМАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ ПРИГНІЧЕННЯ КОРУПЦІЇ	27
2.1 Аналіз предметної області	27
2.2 Корупція на основі співпраці	34
2.3 Оптимальний розмір штрафу	46
2.3 Корупція та звітність	50
Висновки до розділу	74
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДО НАВЕДЕНОЇ МОДЕЛІ	76
3.1 Розробка архітектури і функціональної схеми програми	76
3.2 Вибір інструментальної платформи для реалізації та інструкції по експлуатації програми	78
3.3 Результати виконання програми	79
Висновки до розділу	80
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	82
4.1 Опис ідеї проекту	82
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту	83
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	84
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	89

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	91
Висновки до розділу.....	93
ВИСНОВКИ.....	94
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	96
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ	99

ВСТУП

Корупція є системною загрозою і однією з найсерйозніших перепон на шляху розвитку України. Керівництво країни приділяє цій проблемі велику увагу, але істотних змін у боротьбі з нею поки досягти не вдалось.

Ряд міжнародних організацій проводить регулярні вимірювання рівня корупції у різних країнах. Їх оцінки вказують на гостроту цієї проблеми в Україні. Так, у світовому Індексі сприйняття корупції (CPI) за 2016 рік Україна отримала 29 балів зі 100 можливих. Це на 2 бали більше, ніж минулого року, але недостатньо для країни, влада якої назвала боротьбу з корупцією головним пріоритетом. У всесвітньому рейтингу CPI Україна цього року посідає 131 місце зі 176 країн. Цю сходинку із показником 29 балів разом з нами розділили Казахстан, Росія, Непал та Іран.

На стільки низька оцінка України пов'язана, частково, з великим корупційним тягарем, яке несе бізнес. Наслідком цього є зниження інвестиційної привабливості, а, отже, об'єм капітальних вкладень і темпів економічного росту. Крім того, гальмується розвиток малого і середнього бізнесу, якому важче боротись з посадовими особами, ніж великим компаніям. Суспільний добробут перерозподіляється на користь посадових осіб-корупціонерів. Пов'язані з ними компанії отримують перевагу в конкуренції на ринку, оскільки звільнені від перевірок, платять менше податків, а також користуються перевагою при розподілі держзамовлень на відповідному рівні. В цих умовах надається сумнівна можливість інноваційного розвитку економіки, для якого необхідно, щоб конкурентна перевага досягалась за рахунок впровадження нових більш ефективних технологій, а не за рахунок корупційних зв'язків.

Слід звернути увагу на те, що одним з пріоритетів Стратегії сталого розвитку «Україна - 2020», яку презентував Президент України П.П. Порошенко 27 вересня 2014 р., є боротьба з корупцією, тобто серед ключових реформ глава держави називає антикорупційну реформу. Це є свідченням того, що проблема

боротьби з корупцією є однією з найактуальніших соціальних проблем сучасності, вирішення якої є надзвичайно важливою справою [1]. Тому актуальність теми зумовлюється загостренням проблеми поширення корупції в Україні, збільшенням різноманітності форм її проявів на сучасному етапі в процесі становлення і розвитку як економічної, так і політичної системи України, її впливом на всі сфери життєдіяльності суспільства, а також необхідності посилення боротьби з цим протиправним явищем та наслідками, які воно викликає.

Отже, подолання корупції – одне з основних завдань для розвитку нашої країни. Існує багато методів математичного моделювання та оптимізації для боротьби з корупцією, серед яких ігровий підхід, Парето оптимальні коаліційні стійкі стратегії, оптимальне керування, квантильні стратегії та інші.

Метою даної дипломної роботи є детально розглянути модель явища корупції на основі теорії ігор, провести аналіз та за можливості дійти до розв'язку поставлених оптимізаційних задач.

Об'єкт дослідження: явище корупції та його моделювання

Предмет дослідження: математичні та ігрові моделі для формального опису явища корупції.

Методи дослідження: для побудови математичних моделей використані математичний аналіз, та теорія ігор.

Перший розділ присвячено сутності поняття корупція, її ознакам, причинам виникнення, тощо. Другий розділ присвячений математичному опису поставленої задачі, застосовуючи теорію ігор. Третій розділ описує програмний продукт, розроблених по наданій моделі. Четвертий розділ присвячений розробці стартап проекту.

РОЗДІЛ 1 КОРУПЦІЯ: ВИЗНАЧЕННЯ, ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ, ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ. ДЕТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Визначення корупції

Існує багато визначень цього поняття. Наведемо лише деякі з них:

- а) це зловживання державною владою в особистих інтересах;
- б) це продаж державними посадовими особами державної власності для задоволення власних потреб [2];
- в) це дії, які відхиляються від норм поведінки держаного службовця під впливом особистих інтересів (багатство, влада і кар'єра) [2];
- г) це отримання юридичними особами платежів від фізичних або юридичних осіб і особисте зловживання державними перевагами [2];
- д) це заподіяння перешкод проведенню економічних реформ і демократизації [2];
- е) це спосіб подолання наслідків неефективного втручання держави в діяльність на ринку вільних економічних агентів [3].

Але не всі вони є достатньо точними, вичерпними і коректними. Користуючись підходами нового інституціоналізму, можна дати більш вдале визначення корупції.

Нова інституціональна економічна теорія (новий інституціоналізм) заснував Д. Норт, лауреат Нобелівської премії в області економіки 1993 року. У відповідності з цією теорією, економіка функціонує у визначених інституціональних рамках, де культура і ідеологія впливають на економічний розвиток. Як писав Д. Норт, «історія демонструє, що ідеї, ідеології, міфи, догми і упередження мають значення».

Важливим елементом нового інституціоналізму є поняття «трансакційні затрати» («transactions costs», тобто «затрати на економічну діяльність»). По Д. Норту, вони визначаються:

а) затратами на оцінку характеристик товарів та послуг, а також умов обміну (фізичні признаки – колір, сорт; права власності – використання, відчуження);

б) розміром ринку (відносини, які діють на нього, - особисті або неособисті, які потребують більших затрат на гарантії законності, безпеки та чесності);

в) ефективністю забезпечення виконання («enforcement») укладених контрактів і згод (судова система);

г) ідеологічними упередженнями учасників відносно навколишнього світу та чесності установлених в ньому правил гри.

Трансакційні затрати складаються із затрат на оцінку характеристик трансакції і на забезпечення її виконання.

Інституції – це обмеження, які формують взаємодію між людьми і створюються ними для зниження невизначеним шляхом структуризації людської поведінки. Вони складаються із формальних (правила, закони, конституції) і неформальних (норми поведінки, звичаї, добровільно вибрані для себе правила поведінки) обмежень і механізмів забезпечення їх дотримання (совість, помста, соціальні або державні санкції).

Фактично інституції можна розуміти і так, як інші теоретики інституціоналізму. Наприклад, Д. Норт помічає: якщо інституції – це правила гри, то організації – це гравці. Організації складаються з груп людей, об'єднаних загальною ціллю. Організаціями є фірми, кооперативи, політичні партії, законодавчі і регуляторні органи, профсоюзи, церкви, клуби, школи, університети, які створюються відповідно множині можливостей, визначеному інституціональній матриці суспільства.

Сукупність суспільних інституцій – тобто інституціональні рамки («institutional framework») або інституціональна матриця («institutional matrix») – визначає:

а) розмір трансакційних затрат (сукупність інституцій, які забезпечують їх найменший рівень, є ефективним ринком);

б) систему стимулювання до того або іншого виду економічної діяльності (створення різних організацій – або піратських банд, або високотехнологічних форм, або будь яких інших – враховуючи те, який з видів діяльності стимулюється кращими прибутками, тобто системою розподілу).

Поряд з інституціями, важливу роль грають також ідеологічні стереотипи і ментальні моделі (культура, досвід, освіта), які впливають на відносини і довіру до інституцій, а значить – на їх ефективність.

Під тиском зацікавлених організацій, а також при супротиві не зацікавлених в змінах або зацікавлених в збереженні «status quo» виникають інституціональні зміни – в формальних та неформальних правилах, в механізмах їх забезпечення. Звичайно, такі зміни виникають повільно: хоча закони можна змінити за ніч, все ж на зміну неформальних норм потрібні роки. В результаті інституціональних змін зацікавлені організації планують покращити свій стан, виконати реструктуризацію обміну – систему трансакцій. Але їх вибір не завжди є досконалим.

Отже, корупція – це угода між організація і (або) фізичними особами, яка зменшує трансакційні затрати клієнта (у порівнянні із звичайними в даних інституціональних рамках), і порушуючи формальні і (або) неформальні обмеження, збагачує агента, але не має надійних інституціональних механізмів забезпечення (де «клієнт» – це той, хто дає хабар, замовник, а «агент» - той, хто його бере, виконавець). Тепер дамо деяке пояснення відносно цього.

По-перше, така згода може відбуватись між:

а) організаціями (наприклад, фірмою і політичною партією, коли партія в обмін на нелегальну фінансову підтримку «проштовхує» потрібне рішення в органах влади – лобіювання інтересів);

б) фізичними особами (громадянами і посадовими особами);

в) організаціями і фізичними особами (фірмою і посадовою особою).

По-друге, воно дійсно відносно зменшує трансакційні затрати, які фактично визначаються наявними інституціональними рамками, для конкретної організації і для економіки в цілому. Це може відбуватись безпосередньо, в

формі підкупу, коли хабар посадовій особі податкової служби дозволяє зменшити суму виплачуваних податків, а можливо – і в формі «здірства»: занадто високі дискреційні повноваження службовця (приймати рішення на власний розсуд) або занадто слабкі механізми забезпечення виконання законів дозволяють йому вільно завищувати трансакційні затрати організації (до рівня, який і буде складати фактичні трансакційні затрати, передбачені діючими інституціональними рамками), а щоб він цього не робив, організація вдається до хабарництва. Наприклад, посадова особа ліцензійної палати може незаконно сповільнити, відкласти видачу свідоцтв і ліцензій (або і просто відповідати відмовою на неї), і лише хабар йому зменшить затрати фірми, пов'язані з такою затримкою. Але (що важливо) корупція знижує трансакційні затрати лише у порівнянні з тими, які фактично передбачені діючими інституційними рамками. Тим не менше вона не мінімізує їх абсолютно: при інших інституційних рамках трансакційні затрати можуть бути значно більш низькими навіть без корупції.

Правда, буває і так, що корупція зменшує лише відносно трансакційні затрати конкретної організації, але абсолютно вона навіть збільшує загальні трансакційні затрати в економіці: якщо посадова особа може вільно завищувати ці затрати, то стає можливою також ситуація, коли пропозиція хабаря, не зменшує їх для організації-хабарника, а підвищує (до того ж багаторазово) для її конкурентів. Наприклад, Д. Кауфманн повідомляє про показовий випадок в Індії, коли один посадова особа високого рангу, що отримав хабаря, не зміг пришвидшити процес надання дозволу через участь в ньому багатьох бюрократів, але з готовністю запропонував свої послуги для сповільнення надання ліценцій компаній-конкурентів [4]. Але це не є класичним видом корупції, а оскільки такі згоди є абсолютно непродуктивними і особливо небезпечними для економіки, то вони просто не можуть значно розповсюджуватись (це визвало б повну розруху економіки і суспільства). В будь-якому випадку агент (отримувач хабаря) набуває певні переваги, матеріальні і нематеріальні блага для виконання корупційної згоди (хоча іноді він його не виконує).

По-третє, корупційна згода може порушувати (по зменшенню розповсюдження):

а) і формальні, і не формальні обмеження (що можуть свідчити про неефективність механізмів забезпечення їх дотримання або про невідповідність інституціональних рамок культури і ідеології суспільства);

б) тільки формальні обмеження;

в) тільки неформальні обмеження (що може свідчити про неефективність формальних правил і про їх невідповідність неформальним обмеженням, наприклад, формальні правила, які передбачають занадто високі дискреційні повноваження посадових осіб, дозволяють їм приймати упереджені рішення, але ці рішення будуть протирічити неформальним нормам; тим не менш, як правило, суспільство все таки має певні формальні правила, які передбачають відповідальність за такі дії, оскільки рідко коли корупційні дії не порушують ніяких формальних норм).

Випадок б), коли корупційна згода порушує тільки формальні обмеження і не порушує неформальних правил, є найскладнішим, найсуперечливішим і нерідко обговореним в літературі. На справді, частіше всього норми поведінки, звичаї, добровільно вибрані для себе правила поведінки не передбачають корупцію як норму. Але в деяких суспільствах все таки можуть існувати звичаї, які допускають корупцію (наприклад, «бакшиш» в Османській імперії). Тим не менш це зовсім не означає, що в таких суспільствах корупція є нормою, з якою потрібно змиритись. Просто така ситуація свідчить про розбіжності між неформальними обмеженнями (звичай) і формальними правилами, які забороняють корупцію. Інакше кажучи, інституціональні рамки, в яких корупційна змова не порушує неформальних правил, гірше тих, в яких вона їх порушує: в першому випадку інституціональні рамки є не тільки неефективними, недосконалими (як і в другому), але і суперечливими, що взагалі виключає для них можливість бути ефективними.

Однак при корупції якісь порушення обов'язково мають місце, а агент обов'язково знаходить ситуації «конфлікту інтересів»: його особисті інтереси не співпадають з службовими, і він зраджує останні, порушуючи певні норми.

Змова, яка не порушує ніяких (ні формальних, ні неформальних) обмежень, не є корупційною, оскільки за легальні послуги агентів клієнти платять податки, збори, відрахування і таможні мита державі, а також здійснюють різні форми платежів комерційним фірмам.

По-четверте, оскільки корупційна змова протирічить інституціональним рамкам суспільства, то воно не має передбачених ними механізмів (в крайньому разі, надійних) забезпечення свого дотримання.

По-п'яте, на відміну від звичайних економічних, корупційні змови характеризуються множиною важливих недоліків, пов'язаних з невизначеністю:

а) вони не мають ефективних (а частіше всього – і будь яких) механізмів забезпечення свого дотримання;

б) вони не мають точно визначеної приведеної ціни (яка встановлюється не ринком, не державою, а волею посадових осіб).

Це призводить до того, що корупційні змови не є рівноправними, як звичайні економічні згоди: в них клієнт залежить від агента.

Через таку невизначеність корупційна змова (корупція) відносно знижує вартість трансакцій тільки тоді, коли вона виконується, а в іншому випадку – навпаки, корупція тільки підвищує її.

1.2 Причини виникнення корупції

З точки зору політичної економії, причиною виникнення корупції є «відокремлення прав контролювати бізнес від прав на гроші, які генерує бізнес» [5], тобто наявне існування держави як такої. Тому питання полягає, скоріше, в

тому, яким є об'єм корупції в суспільстві, а об'єм корупції, в свою чергу, залежить від інституцій.

З точки зору нового інституціоналізму, причиною появи корупції є неефективність інституціональних рамок суспільства. Це може бути неефективність як формальних або неформальних норм, так і механізмів забезпечення їх дотримання, а також загальна неефективність всієї інституціональної матриці – її невідповідність культурі і ідеології суспільства.

Як відмічає, А. Койдер, корупція – це явище, яке «розвивається і укріплюється як «побічний ефект» дисфункціоналізму основних соціальних структур» [6].

Неефективність інституціональних рамок суспільства як причина виникнення корупції дуже добре узгоджується з таким фактом: поліетнічні, багатомовні суспільства і суспільства з колоніальним минулим мають більш високі інституціональні рамки, які б відповідали їх ідеології і культурі, оскільки по розвитку культури поліетнічні, багатомовні суспільства є дуже різномірними, а колишні колонії часто попадають під вплив не придатних для них метропольних інституцій і застрягають в них. За даними економетричного дослідження П. Моро, коефіцієнт кореляції показника етнолінгвістичного розподілу (міра поліетнічності, багатомовного суспільства) і показника корупції складає 0,39, що є істотним значенням у порівнянні зі звичайними рівнями, а коефіцієнт кореляції показника корупції і двох фіктивних змінних колоніального статусу (чи була визначена країна колонією після 1776 року і чи отримала вона незалежність після 1945 року) – відповідно 0,46 і 0,38, що є доволі високим значенням порівняно зі звичайними рівнями.

Однією із показових ознак неефективності суспільних інституцій є низький рівень конкуренції на ринку. У відповідності з встановленими нами причинами появи корупції, така ситуація може сприяти розвитку корупції в даній країні. І дійсно, як доказують А. Адес і Р. Ді Телла в своїй роботі «Конкуренція та корупція», «низький рівень конкуренції на споживчих ринках стимулює, незалежно від інших факторів, розвиток корупції» [6].

Саме неефективність суспільних інституцій як причину виникнення корупції визначає і так зване «рівняння Р. Клітгаарда» [8]:

КОРУПЦІЯ = МОНОПОЛІЯ + СВОБОДА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ – ПІДЗВІТНІСТЬ

(CORRUPTION = MONOPOLY + DISCRETION – ACCOUNTABILITY).

Найбільш поширеною формою неефективності інституціональних рамок суспільства, яка особливо сприяє розвитку корупції, є ситуація, коли держава виконує свої функції неефективно. Як правило, таке виникає внаслідок досить великої кількості таких функцій, на які державі просто не вистачає «міцності».

Держава має виконувати:

- а) тільки ті функції, які не може виконати ринок;
- б) плюс деякі інші функції, які конкретна держава може виконувати ефективно – в крайньому разі, не гірше, ніж ринок (їх об'єм залежить від можливостей кожної держави).

Помилкою було б подумати, що держава має виконувати або як можна більше, або по можливості менше функцій (соціалізм, дирижизм – ринковий лібералізм). Вибір об'єму державного втручання (від ліберальної моделі «laissez-faire» до соціал-демократії) залежить не від бажання, а від можливостей структур влади.

Як свідчить світова практика, найбільш поширений вид функцій, які держава на себе бере, але не може ефективно виконувати, це ті, що потребують надання посадовим особам дискреційних регуляторних повноважень. Занадто великі дискреційні регуляторні повноваження посадових осіб є одним з основних джерел корупції. Особливо актуально це для економік, які знаходяться на шляху трансформування від командно-адміністративної системи до ринкової. Рисунок 1.1 наглядно демонструє додатну кореляцію між об'ємом дискреційних регуляторних повноважень бюрократії та рівнем корумпованості в різних державах.

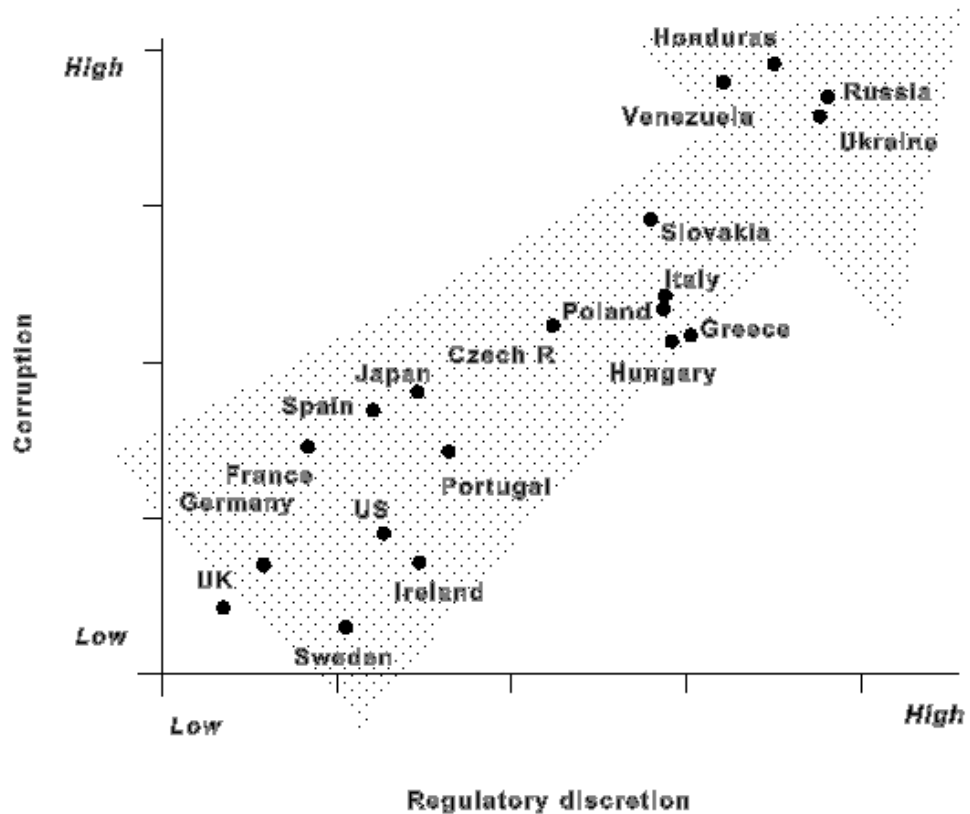


Рисунок 1.1 - Дискреційні повноваження посадових осіб і корупція (по вертикальній осі відкладається рівень корумпованості, по горизонтальній – об’єм дискреційних регуляторних повноважень)

1.3 Вплив корупції на функціонування економіки

Як часто буває з економічними категоріями, корупція має два протилежних напрямки впливу на економіку – в залежності від періоду, який ми розглядаємо.

1.3.1 Позитивна роль

Позитивна роль корупції полягає в тому, що в короткостроковому періоді вона може відносно підвищити ефективність економіки, нехтуючи деякими

суспільними інституціями (виняток – нетипова ситуація корупції, особливо небезпечний вже в короткостроковий період, коли трансакційні затрати відносно зменшуються за рахунок підвищення трансакційних затрат конкурентів, що знижує ефективність економіки).

Коли інституціональні рамки суспільства є неефективними, то корупція може допомогти обійти неефективні інституції, тим самим відносно знижуючи вартість трансакцій. В нашому визначення корупції ми описували, як це відбувається. Саме таку роль корупції відмічають деякі вчені (насамперед, С. Хантингтон) – експерти-теоретики, називаючи її «змазуванням коліс» («grease the wheels»). У відповідності з С. Хантингтоном, корупція є способом подолання досить жорстких законодавчих норм і засобом запобігання банкрутства, вона виступає альтернативою реформам [6].

В 1985 році Ф. Луї стверджував, що «хабарницькі стратегії... мінімізують середню вартість стояння в черзі, ... а посадова особаи можуть пришвидшити обслуговування після отримання хабаря» [4].

В кінці 1970-х років Н. Леф з Колумбійського університету доводив, що «корупція може вносити елемент конкуренції в те, що інакше було б зручною промисловою монополією,... а пропозиція найбільших хабарів стає одним з принципових критеріїв розподілу. Виходить, в цій системі з'являється тенденція до ефективності» [4].

В умовах «чесної» конкуренції «хабародавців» державний контракт виграє фірма, яка запропонує найбільшого хабаря, а найбільшого хабаря може запропонувати лише фірма з найбільш низькими виробничими затратами.

Але всіма цими позитивним рисам корупція може володіти лише:

а) при умові:

- 1) дотримання укладених корупційних змов;
- 2) визначеної передбачуваної ціни, а це, в свою чергу потребує визначеної інституціоналізації корупції (в неформальних нормах), що викликає суперечливі погляди в інституціональних рамках, про які ми вже говорили і якими організації можуть знехтувати лише в короткостроковому періоді,

оскільки пізніше вони обов'язково від'ємно вплинуть на ефективність інституцій;

б) в короткостроковому періоді при заданих неефективних інституціональних рамках, оскільки в довгостроковому більш корисним для суспільства буде підвищення їх ефективність, про що вже було сказано (тому думка Хантингтона про корупцію як альтернативу реформам є умісною і доцільною тільки для короткострокового періоду).

Позитивні риси корупції слугують причиною того факту, що при всіх інших рівних умовах, корумпована економіка характеризується більш швидкими темпами економічного росту у порівнянні з некорумпованою, якщо обидва вони знаходяться в дуже неефективних інституціональних рамках. Саме це мається на увазі, коли говориться, що корупція (разом з «тіньовою економікою») пришвидшує формування національного капіталу і збільшення середнього класу [6]. Але чи не є більш корисним для середнього класу отримати чіткі та стабільні правила гри?

Отже, в короткостроковому періоді корупція може відносно зменшити вартість трансакцій, але вже в середньостроковому ця вартість обов'язково зростає через непередбачуваність корупційних змов. Така тенденція ще більше посилює в довгостроковому періоді, коли вартість трансакцій в суспільствах з неефективними інституціями, навіть при умові існування корупції, все-таки залишається більш високою, ніж вартість трансакцій в суспільстві з ефективними інституціями.

1.3.2 Негативна роль

Негативна роль корупції полягає в тому, що в довгостроковій перспективі вона значно знижує як ефективність економіки, так і самих суспільних інституцій.

Цю роль виконують:

а) Консервація неефективних інституціональних рамок (замість реформування суспільних інституцій та підвищення їх ефективності, розповсюдження корупції дозволяють зберегти старі, неефективні інституціональні рамки, і суспільство опиняється в «зачарованому колі»).

б) Спотворення ідеології (неефективні інституціональні рамки псують суспільну ідеологію, вносячи в неї недовіру до існуючих інституцій, а це прямо сприяє підвищенню трансакційних затрат.

Разом складові ролі 1) та 2) зберігають підвищення трансакційних затрат та сприяють ще більшому їх росту.

в) Понижує ефективність інституціональних рамок (а це, в свою чергу, перекручує систему розподілу – систему стимулів до діяльності)

Причому розповсюдження корупції створює для бюрократів стимули ще більше спотворювати суспільні інституції, ще більше перекручувати систему розподілу, ще більше підвищувати вартість трансакцій, внаслідок чого має місце явище, назване Нормом «залежністю від шляху», - суспільство «застрягає» в неефективних інституціональних рамках.

Наслідок трьох розглянутих складових негативної ролі корупції являються звичайним підсумком для суспільств з неефективними інституціями та ідеологічної недовірою до них – це сповільнення розвитку або також стагнація економіки.

На цю роль корупції звертають увагу політики, експерти-практики, представники міжнародних і національних організацій, які займаються боротьбою з цим явищем.

1.4 Наслідки корупції

В довготривалому періоді негативна роль корупції призводить до багатьох наслідків, шкідливих для економіки.

Корупція перекидає систему розподілу доходів (яка, в свою чергу, визначає систему стимулювання), збільшуючи стимули для нечесних, корумпованих клієнтів і агентів і неефективно розподіляючи ресурси в економіці (багато людей займаються не продуктивною роботою, а шукають заняття, які дозволяють їм отримати хабарі; підприємці витрачають свій робочий час на спілкування з посадовими особами).

Корупція підвищує трансакційні затрати. За оцінками експертів Світового банку, вона наносить наступні збитки:

- а) державні службовці видають ліцензії за хабарі (через що відбувається збільшення вартості товарів та послуг на 3-10%);
- б) злочинні угруповання контролюють ринки та встановлюють на них ціни при потуранні влади (відповідно, споживчі ціни збільшуються на 15-20%);
- в) податкові інспектори за нагороду дозволяють приховувати частину доходів (бюджет не отримує близько 50% надходжень);
- г) державні службовці за нагороду замовляють комерційним структурам дороге обладнання і завищують вартість громадських робіт (ціни на товари та послуги збільшуються на 20-100%) [2].

Підвищення трансакційних затрат знижує загальну ефективність економіки, зокрема – зменшує об'єми інвестицій і темпи збільшення ВВП. Економетричні дослідження П. Моро показують, що зниження рівня корупції в країні, наприклад, з «6 з 10» до «8 з 10», підвищує відношення «інвестиції / ВВП» майже на 4%, а темпи росту річного ВВП в розрахунку на душу населення – майже на 0,5% [7].

Корупція підживляє бюджетну політику, знижуючи ефективність бюджетних затрат і погіршуючи їх структуру (утверджуються відсталі

технологічні рішення; віддається перевага нестандартним, високотехнологічним, капіталомістким проектам, які полегшують розкрадання фондів; у відповідності з дослідженням П. Моро, зменшується частина державних витрат на освіту [7]; частина грошей просто «не доходить» до бюджету).

1.5 Боротьба з корупцією

Через свої руйнівні наслідки корупція може стати серйозною перепорою на шляху економічного розвитку. Через це в багатьох країнах світу антикорупційні реформи і програми є одним з пріоритетів державної політики. В останні роки все більше уваги до боротьби з корупцією приділяється і в Україні. Адже наша країна, яка в 1999 р. за рейтингом корумпованості займала 75-е місце з 99, а у всесвітньому рейтингу СРІ минулого року посіла 131 місце із 176 країн, більше не може ігнорувати цю важливу проблему. Ситуація потребує рішучих дій зі сторони Президента, парламенту, прокуратури, органів судочинства України. Свій вклад повинне зробити і все суспільство країни на чолі з неурядовими організаціями. Саме неурядовий «третій сектор» здатний сформувати «критичну масу» необхідного соціального замовлення на антикорупційні реформи, проводити просвіту населення і пропагувати чесну поведінку, невинно контролювати державну владу на предмет корупції, розробляти, пропонувати і лобіювати назрілі законодавчі зміни.

Піонерам активної діяльності відносно подолання корупції виявились саме українські неурядові організації. Зокрема, свій вклад в цю справу вже сьогодні робить громадська організація «Інститут реформ. В даний час інститут реалізовує програму боротьби з корупцією на місцевому рівні, ціллю якої є ліквідація економічних причин корупції в місцевих органах влади (забезпечення відкритості процесу взаєморозуміння місцевих податків і витрачених засобів

місцевих бюджетів, створення «прозорої» системи реєстрації та ліцензування підприємницької діяльності і т.д.). Разом з Інститутом громадського суспільства, Комітетом виборців України, лабораторією «F-4», творчим центром «Каунтерпарт», Інститут реформ починає програму «Громадський супротив корупції», направлену на забезпечення «прозорості» суспільного життя і урядових рішень, а також участь громадськості в процесі прийняття політичних та урядових рішень, на прискорення ринкових реформ, підтримку адміністративної реформи та відстоювання принципів верховенства права.

На сьогоднішній день більшість антикорупційних заходів (з боку антикорупційних корпорації, наднаціональні установи та національні держави) інформуються або результати досліджень корупції в політичній економіці, переважна більшість з яких свідчать до негативних наслідків корупції. За останні кілька десятиліть глобальна боротьба з корупцією склався консенсус (Крастев, 2004), який характеризує корупцію як одну з найбільш руйнівні перешкоди на шляху економічного розвитку. Беручи економічного розвитку таким чином, існує серйозна мотивація для мінімізації корупції, особливо в деякі країни, що розвиваються, сильно постраждали. Висуваються аргументи на підставі різних методологій, починаючи від історичних аргументів, до аргументів про політичні владні відносини і системи влади, економетричний аналіз причин і наслідків корупції, мікроекономічним / теоретико-ігровим моделям корупція. Більша частина цієї літератури полягає в тому, щоб зрозуміти корупцію по порядку щоб перемогти його (принаймні, там, де він розуміється як громадський поганий), і тому його теорії використовується для розробки антикорупційних стратегій і політик. Майже всі ці теорії корупції засновані на досить вузькому наборі припущень.

Аргументи, викладені в літературі, досить розпливчасті, але зрозумілою економічній логіці. Хоча інші автори, в своїй літературі, можуть більш детально зупинитися на відносинах між, наприклад, шоковими діями і корупційними стимулами, такого роду аргументи не мають визначення і, ймовірно, розуміння основоположних припущень (поведінкових або інших). Таким чином, якщо такі

теорії і відповідні аргументи недостатньо точні щодо лежать в їх основі припущень, антикорупційні стратегії й політичні наслідки, що випливають з такого роду теорій, повинні бути такими ж точними.

Припущення, зроблені з іншого боку спектра, набагато більш суворі. Більш формальні мікроекономічні / теоретико-ігрові моделі корупції дотримуються принципу методологічного індивідуалізму і в силу своєї строго логічної природи стають перевіряються. Агенти в таких моделях визначили доступні їм набори дій, їх стимули структуровані за параметрами виграшу, відносні розміри яких однозначно визначено, а також кількість і типи агентів, які представлені в цих моделях, а також їх поведінку. При наявності таких моделей можна прогнозувати екзогенні зміни параметрів в цих моделях. Програмування експериментального комп'ютерного програмного забезпечення, яке фіксує точну структуру таких ігор, дозволяє експериментаторам спостерігати, коли людські істоти відповідають і коли вони відхиляються від теоретичних передбачень. Дійсно, в економічних експериментах були випробувані різні (антикорупційні) моделі. При більш уважному розгляді як теоретичної, так і експериментальної літератури з корупції в економіці, видається, однак, що переважна більшість з них робить одні й ті ж припущення про стимули і поведінку змодельованих агентів.

Таким чином, в той час як в цій літературі припущення про стимули і поведінці зрозуміло визначені, вони досить однорідні, про що буде сказано коротко.

Дана (навмисно коротка і аж ніяк не вичерпна) оцінка сучасного стану глобальних антикорупційних зусиль виявляє нагальне питання, що стало мотивацією даного дослідницького проекту. Якщо в основі спільних зусиль по боротьбі з корупцією лежить більш або менш однаковий набір припущень про економічні стимули і поведінку корупціонерів, чи є вони строго визначеними або, що ще гірше, якщо вони неоднозначні, то ці припущення повинні бути правильними, але чи це так? І, можливо, трохи занадто амбіційно, проте, ранні починання дослідження для цієї тези досліджували кілька теорій (обмеженою)

раціональності і ряд психологічних теорій, таких як когнітивна теорія дисонансу, теорія соціальної ідентичності та інші. Деякі ідеї були вивчені, а потім залишені. Зрештою, виникла необхідність акцентувати увагу на дуже вузькому наборі припущень, які будуть піддаватися сумніву, і результати їх змін аналізуються в цій тезі.

Висновки до розділу

У даному розділі було досліджено поняття корупції, причини її виникнення, вплив на економіку, тощо. Наведена інформація дає повне розуміння того, що проблема боротьби з корупцією є однією з найважливіших проблем сталого розвитку будь якої країни.

Корупція – це спільний злочин. Потенційний шкоду суспільству завдає не тільки хабарництво, а й зловживання державними ресурсами, викликане хабарництвом. Інтуїтивно, загроза покарання повинна служити стримуючим фактором для корупціонерів. Аналогічним чином, можна припустити, що надання посадовим особам стимулу повідомляти про клієнтів через винагороду має сприяти зменшенню корупції. Проте побудова правдоподібних моделей корупції показує, що інтуїція може вводити в оману. Ми наводимо теоретичний звіт, який показує, що в деяких правдоподібних обставин обидві ці інтуїції можуть бути неправильними.

Завданням даної дипломної роботи є побудова математичної моделі явища корупції, проведення аналізу, знаходження за можливості розв'язку поставлених оптимізаційних задач, розробка програмного продукту для виконання обчислювальних експериментів та виконання порівняльного аналізу отриманих результатів застосування розробленої системи.

РОЗДІЛ 2 ОПТИМАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ ПРИГНІЧЕННЯ КОРУПЦІЇ

2.1 Аналіз предметної області

У теоретико-ігровому середовищі, де ймовірність виявлення залежить від рішення інспектора, співвідношення між розміром штрафу та ймовірністю виявлення залишається незмінною, але воно водить до небажаного побічного ефекту. Максимізація штрафу за правопорушення означає не тільки мінімальну необхідність його виявлення, але і те, що інспектори, найняті для проведення інспекцій такого низького рівня, заявляють, що їх інспекційні зусилля, поки вони робляться, є безплідними. Тільки поки ймовірність перевірки вище певного порога буде стримувати порушників. Але якщо злочин стримується, інспектори не знайдуть злочину. Це розуміння було запозичено з так званої інспекційної гри, яка існує з початку 1960-х років. Треба побудувати просту теоретико-ігрову модель злочину, де ймовірність виявлення, тобто рішення інспектора про огляд або ні, носить ендогенний характер.

Розглянемо гру з одним інспектором і одним злочинцем. Якщо при певному розмірі покарання інспекторська діяльність перевищує певний поріг, злочину не буде, і до тих пір, поки стимули інспектора такі, що успіх і винагорода засновані на виявленні та переслідуванні злочину, вона буде схильна не інспектувати. Якщо хтось очікує, що не буде ніякого злочину, немає сенсу намагатися знайти його. Таким чином, інспектор буде інспектувати лише до тих пір, поки вона може з певною ймовірністю очікувати виявлення злочину. Цей ефект йде в обох напрямках. Якщо інспекційні зусилля опустяться нижче певного порогу, злочинець чинитиме правопорушення, тому що при заданому (високому) розмірі покарання злочин просто стане прибутковим. В ігрових термінах, таким чином, немає рівноваги в чистих стратегіях. Якщо ймовірність огляду нижче певного порогу, то злочинність буде рости, змушуючи інспекторів хотіти оглядати, та в свою чергу змушуючи порушників не хотіти коїти злочин і так далі і тому подібне. Рівновага, замість цього, в змішаних стратегіях в цій грі.

Тільки якщо інспектор робить огляд з критичної ймовірністю на порозі, де злочинець з однаковою ймовірністю буде чи не буде скоювати злочин, може бути рівновага, а це, при критичній ймовірності правопорушення, при якій інспектор байдужий між перевіряючим і не перевіряючим. Як буде показано пізніше характерна для інспекційних ігор, ця гра має унікальну змішану стратегію рівноваги Неша. Це має на увазі наступну логіку. Збільшення покарання на правопорушника змусить її перестати бути байдужою (тобто віддати перевагу не коїти злочин). Таким чином, щоб повернутися в рівновагу, інспектор повинен наслідувати цей приклад, знизивши ймовірність перевірки. Навпаки, поєднання ймовірностей правопорушника не повинне мінятися, так як нічого в функції виплат інспектора не змінюється після збільшення штрафу. Таким чином, приймаючи припущення, що ймовірність перевірки залежить від рішення інспектора, ми повинні визнати, що нормативна думка про максимізацію розміру штрафу не тільки зменшить необхідність в меншій імовірності виявлення, але і обов'язково зменшить ймовірність виявлення самого, в той час як кількість злочинів залишається в рівновазі. У всіх моделях передбачається, що або один, або кілька правопорушників, кожний з яких здійснює окремі і незалежні правопорушення, зустрічаються з інспектором. Це говорить про те, що злочин розглядається як акт, не пов'язаний зі співпрацею.

Думка про те, що ймовірність того, що злочин буде виявлено, залежить від чийхось дій, тобто від інспекційних зусиль інспектора, не є чимось незвичайним. Це дуже інтуїтивно зрозуміло. Однак це розуміння чомусь раніше не застосовувалося до літератури про корупцію. Ми виходили з того, що корупція, як і будь-яка інша форма злочину, якої зазвичай протиставляються покарання у разі виявлення, також повинна бути змодельована як інспекційна гра. Це в якомусь сенсі стало визначальною рисою цієї тези. Отже, на відміну від попередньої роботи в літературі з інспекційних ігор, ми хотіли змодельовати корупцію як злочин, який повинен припускати співпрацю як мінімум двох осіб. Хабар сам по собі може бути караний, але він повинен бути прийнятий і бути взаємними з деякою формою, щоб відповідати визначенню корупції, з яким ми

працюємо. Характер і спрямованість хабаря і взаємності можуть розрізнятися, однак основна особливість злочину, що полягає у співпраці, властива всім формам корупції.

Базова модель – це гра для трьох гравців з недосконалою інформацією, в якій клієнт може запропонувати чи не запропонувати хабар державного посадовій особі, яка, в свою чергу, може прийняти або відхилити хабар, і інспектором, який може перевірити чи ні, чи мало місце правопорушення. Два можливих правопорушення: пропозиція хабаря, але відмова від нього, або прийняття і, таким чином, взаємна відповідь. Так от, на відміну від іншої роботи навколо інспекційної гри, у цій моделі є два порушника, між якими може мати місце корупційна угода, і на відміну від іншої роботи в теоретичній літературі по корупції є окремий агент, інспектор, чиє рішення являє собою ймовірність, з якою два порушника можуть бути з'ясовані, якщо взагалі їх образити.

В літературі є деякі домінуючі моделі, припущення яких ми міняємо на нібито більш інтуїтивні. Однак реальна проблема полягає в тому, щоб дати деяке обґрунтування того, чому ми вважаємо, що наші припущення є "правильними" припущеннями. Враховуючи, що ми вже вирішили залишитися, принаймні, в нашій теоретичній роботі, в межах раціонального, егоїстичної, максимізуючої корисності поведінки, досить просто зробити правдоподібні припущення про стимули злочинців у нашій грі. Ми припускаємо, що пропозиція хабарів і прийняття / взаємність має позитивний виграш, в той час як штрафи, які понесені, якщо оглянуті, негативно впливають на очікуваний виграш, так що, якщо поєднання ймовірності виявлення і розміру штрафу переважає вигоду від вчинення відповідних злочинів, злочин не буде скоєно і навпаки.

Однак віднайти рішення про стимули інспектора не так просто. Перш ніж розглядати переваги різних припущень про характер інспектора в нашій грі, ми висловлюємо припущення, які ми робимо, включаючи обґрунтування, яке робить їх принаймні правдоподібними. Так що, крім усього іншого, для всіх моделей в цій тезі ми робимо наступні припущення:

- перевірка має строго більш високий виграш, ніж не перевірка, якщо був хабар, ніж якщо його не було;
- інспектування дає строго більш високу віддачу, якщо хабар був прийнятий / отриманий натомість, ніж якби він була відхилений / неврахований;
- відмова від перевірки має строго більш кращий виграш ніж перевірка, якщо не було хабаря;
- інспектор володіє досконалими технологіями, тому перевірка обов'язково виявить будь-який скоєний злочин;
- інспектування всякий раз, коли вчиняється злочин, завжди призводить до покарання.

В нашій моделі це точні протилежності виплат порушників, де обидва воліють скоїти злочин, якщо немає перевірки, і не робити цього, якщо є перевірка. Ці стимули типові для інспекційної гри, і ми приймаємо їх спеціально для введення інспекційної гри до економіки злочинності. Міркування за ними інтуїтивно. Інспектору, найнятому будь-яким державним органом, виплачується зарплата за виконання обов'язків, які в даному випадку полягають в перевірці угод між клієнтами та державними посадовими особами. Розгляд угод на предмет корупційної діяльності вимагає зусиль, але затримання правопорушників у флагапати винагороджується (почесно збільшує) ймовірність майбутнього просування по службі.

Тому, якщо немає правопорушення, інспектор вважає за краще ухилятися від перевірки, а якщо є правопорушення, то він воліє оглядати.

Припустимо, клієнт бере хабар, а посадова особа приймає / відповідає взаємністю, але інспектор не перевіряє. При цьому клієнту і посадовій особі нібито зійшло з рук їх корупційне діяння, а оскільки воно не було перевірено, ніхто не знає, що воно відбулося (крім винних – хоча у них є вагомі підстави тримати корупційне діяння в таємниці).

Тоді, що буде робити інспектор в помилковому переконанні, що ніякої корупції не сталося), якщо не тільки теоретичні гри? У відповідь на сумніви

можна сказати, що відповідь, полягає в захисті концепції (змішаної стратегії) рівноваги Неша. Тільки якщо ми приймемо змішану стратегію рівноваги Неша в якості рішення, ми зможемо вирішити такі типи інспекційної гри. А якщо і робимо, то ситуації, коли порушники йдуть на злочин, поки інспектор не перевірить, Неш не є рівноважними наслідками. Той факт, що після змішаної рівноважної гри можуть бути лише "чисті" результати, так що інспектору було б гірше ухилитися, якщо б було злочин (бо, тривіально, рівновагу змішаної стратегії може існувати тільки у формі ймовірностей), тоді не є проблемою. У грі з унікальною змішаною стратегією рівноваги, будь-який результат повинен за визначенням бути небажаним для когось.

Зрозуміло, існують і інші способи тлумачення інспектора. Ось альтернативний варіант: немає державного органу, який встановлює штрафи або стимули для інспектора, проте є суспільство як інспектор і державні відомства. Тоді його завдання полягає в тому, щоб перевірити, здійснили деякі з його членів – тут клієнт і посадова особа – злочин, і воно встановлює покарання за скоєні злочини. Таким чином, товариство встановило б максимальні штрафи, так що витрати на дорогі інспекційні зусилля можуть бути мінімальними. В цей момент ми знову бачимо, що теоретико-ігрові проблеми не повинні вирішуватися в рамках теорії прийняття рішень.

Усвідомлюючи ці моменти, ми зупинилися на ряді припущень про характер і стимули інспектора, які були викладені вище. Існує, однак, ще одне імпліцитне припущення, яке ми приймаємо з ігрової літератури. Передбачається, що виплати інспектора не залежать від виплат інших гравців. Так, наприклад, збільшення штрафу порушника нічого не робить з абсолютними виплатами інспектора. Звичайно, збільшення такого покарання може побічно вплинути на ймовірність того, що інспектору доведеться змішувати свої стратегії в чистому вигляді, з тим щоб залишити правопорушника чи правопорушників байдужими (в тому випадку, якщо ми розглядаємо питання про рівновагу між різними стратегіями). Але справа тут в іншому. Щоб проілюструвати це, розглянемо варіант інспекційної гри Цебеліса, в якій збільшення штрафу на порушника

одночасно збільшує винагороду інспектора за успішну інспекцію у пропорційному вираженні. Відзначимо, що гра в принципі залишилася колишньою; протилежні виплати мають на увазі унікальну змішану стратегію рівноваги Неша, ключовою особливістю якої є те, що обидва гравця байдужі між своїми діями, враховуючи суміш, яку відіграє кожен гравець. Ми не будемо доводити існування цієї рівноваги тут, а будемо міркувати через нього без математичної ілюстрації, припускаючи, що вони всі байдужі. Таким чином, припускаючи незначне збільшення покарання правопорушника, правопорушник тепер строго волів би не скоювати злочин, в результаті чого інспектор суворо волів би не перевіряти. Одночасно з цим, збільшення винагороди інспектора за успішну інспекцію означає, що інспектор напевно захоче провести інспекцію, в результаті чого правопорушник має віддати перевагу не йти на злочин. Те, що змушує обох гравців повернутися до рівноваги, таким чином, не тільки зниження ймовірності перевірки (до моменту, коли винний байдуже знову), а також зменшення ймовірності у вчиненні злочину (до точки, де інспектор байдужий знову). Таким чином, невелика і аж ніяк не необґрунтована зміна неявних припущень інспекційної гри може мати досить радикальні наслідки. Важливий момент вкладу Цебеліса в значній мірі залежав від того, що збільшення покарань не зменшує рівень злочинності. Тим не менш, ми припускаємо, що вони роблять, якщо тільки ми робимо невелику і правдоподібну зміну в припущеннях про стимули. Проте, щоб залишатися у відповідності до цієї літератури, ми зберігаємо незалежність виплат інспектора і правопорушників у всіх моделях, представлених в цій роботі. Так, для простоти теоретичної моделі, інспектор вилучає штрафи у клієнта і посадової особи відповідно, якщо раптом вона виявить, що вони скоїли злочин. Але для того, щоб отримати ті ж порівняльні статичні ефекти, що і в попередніх теоретичних роботах (і залишатися у відповідності до ігрової літератури інспекції), ми розглядаємо екзогенну зміну параметрів штрафу як зовнішній вплив на відповідного порушника, а не як зміну розміру передачі між агентами. Так, наприклад, збільшення штрафу на клієнта (за пропозицію хабаря) не впливає на суму, яка могла бути конфіскована

інспектором у нашій установці. Оскільки це так, є деяка цінність у розгляді наслідків випадку, коли зміна штрафу клієнта дійсно передбачає зміну винагороди інспектора принаймні коротко (і без математичної ілюстрації) в цьому початковому тексті. Наступні міркування справедливі для повністю змішаної рівноваги і далі ми продемонструємо ці та інші ефекти більш формально.

Розглянемо спочатку випадок, коли збільшення штрафу на клієнта (за пропозицію хабаря) не впливає на суму, яка може бути конфіскована інспектором (як у нашому припущенні). Враховуючи повністю змішану рівновагу, в рамках якої ми розглядаємо екзогенні зміни параметрів, коли кожен гравець байдужий між своїми діями, порівняльні статичні ефекти полягають у наступному. Незначне збільшення штрафу на клієнта, при інших рівних умовах, зменшується відносний очікуваний виграш від пропозиції хабаря і, таким чином, залишає клієнта в становищі, коли вона суворо воліє не пропонувати хабар. Щоб повернути її до байдужого стану, необхідно, щоб або ймовірність, з якою посадова особа погоджується/відповідає взаємністю, збільшувалася, або ймовірність перевірки зменшувалася. Очевидно, при погляді на структуру моделі, що ймовірність перевірки не може змінитися, тому що це впливає на виплати посадовій особі, такі, що в іншому випадку, вона більше не буде байдужа. Тому ймовірність отримання хабаря / взаємної відповіді повинна збільшуватися, в той час як ймовірність перевірки залишається незмінною. Враховуючи збільшення ймовірності прийняття / отримання хабаря, інспектор вже не байдужий сам собі, і тому ймовірність пропозиції хабаря повинна зменшитися, щоб збалансувати цей ефект. Однак якщо зміна ймовірності пропозиції хабаря дорівнюватиме зміні ймовірності прийняття / отримання хабаря, то це матиме такі наслідки для даного Інспектора. Якщо хабар, прийнятий або отримана у відповідь, залишається таким ж вірогідним, як і раніше, то ймовірність відмови від хабаря хабаря повинна знизитися, в той час як ймовірність його відсутності зростає. Оскільки це означало б збільшення відносного очікуваного виграшу за відмову від перевірки, а ми знаємо, що

ймовірність прийняття / відповіді повинна змінюватися більш швидкими темпами, ніж вірогідність пропозиції хабаря, з тим щоб інспектор залишався байдужим. Це, в свою чергу, показує, що ймовірність прийняття / відповіді хабаря, тобто корупції, повинна збільшитися, якщо ми збільшимо штраф на клієнта.

Тепер припустимо, що збільшення штрафу на клієнта одночасно збільшить винагороду, що виплачується інспектору, як у попередньому прикладі. Якщо збільшення цих двох змінних буде еквівалентним, то це буде мати такі наслідки. Як і раніше, ймовірність пропозиції хабаря повинна була б збільшитися, щоб збалансувати зниження ймовірності отримання/відповіді хабаря, яке вимагалось після збільшення штрафу. Як і раніше, це передбачає перехід ймовірності від неврахованої хабаря до відсутності хабаря, в той час як ймовірність прийняття / відповіді хабаря залишається незмінною. Але на відміну від попередніх, це дозволить не збільшувати ймовірність відмови від перевірки щодо очікуваного виграшу, тому що перевірка одночасно стає більш прибутковою за рахунок підвищеного рівня винагороди.

Таким чином, зміна незалежного припущення про виграш в наших версіях інспекційної гри замінює дивовижний результат того, що більш високий штраф для корумпованих клієнтів повинен збільшити корупцію на наступне: збільшення штрафу для корумпованих клієнтів не змінює частоту корупції в рівновазі.

2.2 Корупція на основі співпраці

Ми побудуємо гру корупції з трьома гравцями, клієнт, який може вирішити давати хабар чи ні, посадова особа може відповідати взаємністю чи ні, і інспектор, який може вирішувати, перевіряти чи ні. Ми застосовуємо чотири міри покарання, які можуть розподілятися асиметрично, що дозволяє карати

хабарника і хабарництво, а також взаємність і отримання взаємності в різному ступені. При виявленні корупції застосовуються заходи покарання. Імовірність виявлення ендогенізована, так як залежить від спостереження. Модель відрізняється від інших інспекційних ігор тим, що злочин (корупція) може бути завершено тільки спільними зусиллями двох гравців-порушників. Це призводить до несподіваних результатів, особливо в поєднанні з асиметричними штрафами. По-перше, ми виявляємо, що при ендогенному виявленні більш високі штрафи знижують загальний рівень правопорушень. По-друге, такий результат має місце тільки в тому випадку, якщо буде підвищений штраф за відповідні дії на посадову особу. Дивно, але, на відміну від інших асиметричних штрафних приписів у корупційній літературі, вищі штрафи на клієнта мають протилежний ефект. Вони можуть знизити ймовірність хабарництва, але вони також збільшують ймовірність взаємності в тій мірі, в якій загальна ймовірність хабарництва збільшується.

Ми починаємо з гри двох агентів від Ламбсдорфа та Нелла, в якій клієнт (C) може вирішити давати чи не давати хабар, а посадова особа (O) може прийняти рішення відповісти взаємністю або не відповідати взаємністю. Штрафи призначаються за хабар / отримання хабаря (pL і qL) з одного боку, і за відповідні дії і отримання взаємності (qH і pH) з іншого (під взаємністю мається на увазі, що посадова особа «повертає прихильність» у вигляді деякої «послуги за послугу»). Штрафи застосовуються з ймовірністю, екзогенним параметром. Якщо є хабарник і посадова особа вирішує відповісти взаємністю, він отримає хабар (b) і бонус за взаємність (r), але їй також загрожує штрафи за прийняття хабаря (qL) і за взаємність (qH), якщо виявлено з ймовірністю α . У цьому випадку клієнт одержує вигоду від взаємності (v), але втрачає хабар і стикається з штрафами за хабарництво (pL) і отримання взаємності (pH) у разі виявлення. Якщо посадова особа вирішує не відповідати взаємністю після хабарництва, вона одержує хабар, але вона повинна заплатити штраф qL у разі виявлення, і не отримує соціальну вигоду r . У цьому випадку клієнт втрачає хабар і при

виявленні повинен заплатити штраф pL . Якщо немає хабаря, виплати для клієнта і посадової особи нульовий. Ми приймаємо цю структуру в нашій моделі.

Бонус взаємності (r) вимагає роз'яснення. Ламбсдорф і Нелл припускають, що існує соціальна норма взаємності, яка робить хабарництво можливим в першу чергу. Корупція вимагає взаємної довіри, оскільки вона аморальна і незаконна. У реальному житті корумпованому посадовій особі завжди було б краще просто брати хабарі, а потім не відповідати взаємністю, якби не страх втратити репутацію, або загроза покарання, або якась інша форма соціального тиску. Це і відбивається в грі. Зворотна індукція показує, що, якщо r недостатньо великий посадова особа ніколи не відповість взаємністю і, таким чином, клієнт ніколи не буде давати хабар.

В нашій моделі ми хочемо змінити параметр виявлення. Перш за все, щоб забезпечити рівновагу змішаної стратегії, нам необхідно замінити дії клієнта і посадової особи розподілами ймовірностей. Нехай таким чином, ймовірність скоєння злочину хабарництва γ , тоді ймовірність не скоєння - $1 - \gamma$. Крім того, нехай β – ймовірність позитивної відповіді на пропозицію хабаря і $1 - \beta$ ймовірність відмови. Далі ми вводимо інспектора (I). Імовірність виявлення α замінюється інспектором, який може прийняти рішення про перевірку з імовірністю α або не проводити перевірку з імовірністю $1 - \alpha$. Ми будемо виплати хабарника у форматі Цебеліса, як показано в таблиці 2.1. Подібно до інспекційної гри Цебеліса, ми припускаємо, що інспектування краще в разі хабарництва, ніж у разі відсутності хабарництва і навпаки: $0 < \Delta x, \Delta y, \Delta z$.

Таблиця 2.1 – Виплати в залежності від типу інспектування Цебеліса

Вибір	Інспектування, α	Без інспектування, $1 - \alpha$
Хабар, прийнятий і взаємний: $\gamma\beta$	$x + \Delta x$	x
Хабар, прийнятий та не взаємний: $\gamma(1 - \beta)$	$y + \Delta y$	y
Без хабаря: $(1 - \gamma)$	z	$z + \Delta z$

Оскільки в нашій моделі фігурують два правопорушника та їх відповідні дії, нам необхідно зробити додаткове припущення про переваги інспектора щодо перевірки взаємних хабарів порівняно з перевіркою неврахованих хабарів. Дотримуючись нашої думки, ми припускаємо, що розгляд справи про взаємне хабарництво більш корисно, ніж просто хабарництво ($y < x$ та $\Delta y < \Delta x$). Ми називаємо це припущенням "більшого улову". Щоб залишатися відповідно до обстеження гри Цебеліса, ми припускаємо, що кожна перевірка буде успішною. Інтуїція щодо виплат інспектора виглядає наступним чином. Інспектор не має стимулів для інспектування в тих випадках, коли, на його думку, правопорушення не мало місця, оскільки інспекція є обтяжливою, і тому він вважає за краще ухилитися (тобто не інспектувати). Однак, якщо він вважає, що має місце правопорушення, він воліє інспектувати, оскільки це тягне за собою премію або підвищення по службі з боку роботодавця. Припущення "більшого улову" розвиває цю інтерпретацію, припускаючи, що перевірка відповідної хабаря призводить до кращого бонусу / просування по службі, ніж неврахування хабаря.

Для розумних і зрозумілих результатів ми робимо наступні додаткові припущення про інші змінні в грі. Для стандартної гри будемо вважати, що $b > 0$, тобто хабар не може бути нульовим або негативною. Далі, ми припускаємо, що $v > 0$, тобто вигода клієнта від отримання взаємності повинна бути позитивною (в іншому випадку клієнт не був би зацікавлений у взаємності, навіть якщо б вона могла отримати її без хабарництва). Припущення за замовчуванням про штрафи $p, q > 0$. Далі припускаємо, що $r \geq 0$. Необхідна умова оборотності тоді $r \geq \alpha * qH$.

Далі необхідно визначити рівноваги Неша в нашій моделі і класифікувати їх на різні типи. Спочатку проаналізуємо ці рівноваги неформально, оскільки згодом ми дещо змінюємо штрафи на клієнта (pL, pH), а потім в цьому розділі, ми дещо змінюємо штраф посадової особи (qH). Один тип рівноваги відбувається тоді, коли штрафи на порушників досить низькі, по відношенню

щодо своєї вигоди від v, b і r обидва порушники суворо воліють коїти злочин, навіть якщо відбуватиметься перевірка певних (тобто інспектор воліє суворо перевіряти). Саме в цьому випадку $\alpha = 1, \beta = 1$ і $\gamma = 1$. Аналогічно відбувається ще один тип рівноваги, коли штрафи, принаймні, на клієнта настільки високі, що навіть без перевірки хабар не ініціюється. Тоді виходить, що $\alpha = 0, \beta = 0$ і $\gamma = 0$.

Більш цікавими є два наступних типи: перший, де посадова особа відповідає взаємністю, тобто, такі, що $\beta = 1$, а клієнт і інспектор грають в повністю змішаних стратегіях, таких, що $\alpha, \gamma \in (0, 1)$, яку ми називаємо типу Цебеліса; та другий, де всі три гравці грають цілком змішаними стратегіями, такі, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0, 1)$, яку ми називаємо повністю змішаного типу.

Щоб отримати тип Цебеліса, ми припускаємо, що очікуваний виграш посадової особи за взаємність (по суті визначається b і r) досить високий, щоб він строго волів відповідати до і після маргінальної маніпуляції штрафами, тобто навіть якщо перевірка була певною, в той час як стратегії інших гравців повністю змішані. Тут ймовірність перевірки в рівновазі визначається вимогою залишити клієнта байдужим, і таким чином ми можемо відтворити результат Цебеліса. Для отримання повністю змішаного виду покарання правопорушники призначаються з урахуванням їх вигоди таким чином, що вірогідність перевірки в даний час визначається вимогою про те, щоб посадова особа залишалося байдужим. В цьому випадку ми отримаємо результат, який відхиляється від результату Цебеліса.

Тип Цебеліса: якщо ми трохи збільшуємо pL або pH при інших рівних умовах, тоді клієнт перестає бути байдужим (його очікуваний виграш за хабар знижується). Щоб зберегти його байдужим, або ймовірність зворотної дії (β) повинна збільшитися, або ймовірність огляду (α) повинна зменшитися. Враховуючи, що $\beta = 1$, α повинна зменшуватися. Також, щоб інспектор залишався байдужим, ймовірність хабарництва (γ) не повинна змінюватися. Ця

конфігурація відтворює результат Цебеліса: збільшення штрафу не зменшує ймовірність хабарництва, а навпаки зменшує ймовірність виявлення.

Лема 2.1. Враховуючи, що $\beta = 1$ і $\alpha, \gamma \in (0,1)$, збільшення pL або pH не зменшує ймовірність хабарництва (вона залишається постійною), але замість цього зменшує ймовірність виявлення.

Повністю змішаний тип: як і раніше, якщо ми незначно збільшуємо або штраф на клієнта (pL або pH), за інших рівних умов, клієнт перестає бути байдужим (її очікуваний виграш за хабар знижується). Щоб зберегти її байдужою, або ймовірність зворотної дії (β) повинна збільшитися, або ймовірність огляду (α) повинна зменшитися. Однак, α зменшуватися не може, бо інакше чиновниця перестане бути байдужою, адже ми не змінили їй очікуваних виплат. Таким чином, необхідно β збільшити. На відміну від колишнього, γ не може залишатися незмінним, а повинен зменшуватися, щоб інспектор залишався байдужим.

Щоб переконатися в цьому, нагадаємо, що міркування Інспектора залежить від таких подій: ймовірність взаємо віддачі до хабаря ($\gamma\beta$); ймовірність нерозділеного хабаря ($\gamma * (1 - \beta)$); і ймовірність відсутності хабаря ($1 - \gamma$). Якщо ймовірність взаємності (β) зростає, а ймовірність хабарництва (γ) не змінюється, це буде означати зсув ймовірності від неврахованого хабаря до відповіді на хабар. Наші передбачувані виплати інспектору мають на увазі збільшення відносного очікуваного виграшу від інспекції. Тому, щоб компенсувати це, γ має зменшуватися. Припустимо, γ зменшується достатньо, щоб $\gamma * \beta$ могло залишатися постійним. Це означало б зрушення у ймовірності від неврахування хабаря до повної відсутності хабаря, при цьому загальна ймовірність відповідного хабаря залишалася незмінною. Наші передбачувані виплати інспектору мають на увазі зниження відносного очікуваного виграшу від інспекції. Так, щоб інспектор залишався байдужим, збільшення β повинне супроводжуватися зменшенням γ , але в меншій пропорції, щоб ймовірність повторного хабаря зростала.

Лема 2.2. З огляду на те, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$, збільшення будь-якого штрафу за хабарництво зменшує ймовірність хабарництва, але також збільшує ймовірність взаємності (в той час як ймовірність виявлення залишається постійною).

Аналогічно, якщо трохи збільшити штраф на посадової особи (qH) при інших рівних умовах, посадова особа перестає бути байдужим (його очікуваний виграш за взаємність знижується). Щоб залишити його байдужим, ймовірність перевірки (α) повинна зменшитися. Якщо α зменшується, клієнт перестає бути байдужим (його виграш за хабар підвищується). Тому, щоб вона залишалася байдужою, β повинна зменшитися.

Лема 2.3. З огляду на те, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$, збільшення штрафу за взаємність (qH) збільшує ймовірність хабарництва, але знижує ймовірність взаємності і вірогідність виявлення злочину.

Вищевикладене обміркування взаємозв'язку між зміною ймовірності хабарництва (γ) і взаємної дії (β) повинно враховуватися при зміні будь-яких параметрів, відмінних від окупності інспектора:

Лема 2.4. З огляду на те, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$, збільшення (відповідне зменшення) γ повинно супроводжуватися пропорційно більшим зменшенням (відповідним збільшенням) β , таким чином, щоб ймовірність взаємних хабарів ($\gamma\beta$) змінювалася в ту ж сторону, що і ймовірність взаємних хабарів, і в протилежну сторону ймовірності хабарництва.

Ці результати відрізняються від висновків Цебеліса: збільшення будь-якого штрафу за хабар призводить до зниження ймовірності хабарництва, у той час як збільшення штрафу за взаємність зменшує взаємність. Однак будь-яка зміна ймовірності хабарництва супроводжується більш різкою зміною ймовірності взаємності, що означає, що ймовірність відповіді хабарництва, тобто корупції, зростає, якщо ми караємо клієнта більш суворо, тоді як знижується, якщо ми караємо взаємність більш строго.

Маючи вищенаведені обміркування відносно зміни рівноваги в типі Цебеліса та повністю змішаного типу, ми можемо надати формальний доказ цих результатів. Розглянемо, що відбувається з кожним типом рівноваги, якщо ми трохи змінимо штрафи на клієнта (в типі Цебеліса і повністю змішаному типі, і штрафи на посадової особи тільки в повністю змішаному типі). Щоб провести відмінність між двома типами, корисно розглянути, що визначає ймовірність виявлення в кожному типі. Враховуючи, що α обмежено ($0 \leq \alpha \leq 1$), ми побачимо, що $\alpha = \min \left\{ \frac{r}{q_H}, \frac{\beta v - b}{\beta p_H + p_L} \right\}$ визначає, чи знаходимося ми в рівновазі типу Цебеліса або в повністю змішаного типу.

Ключовим поняттям в цьому аналізі є те, що всякий раз, коли гравці грають повністю змішані стратегії, вони байдужі між своїми діями. Отже, щоб висловити байдужість, для кожного гравця ми прирівнюємо виплати по кожній стратегії. Використаємо виплати на рисунку 2.1:

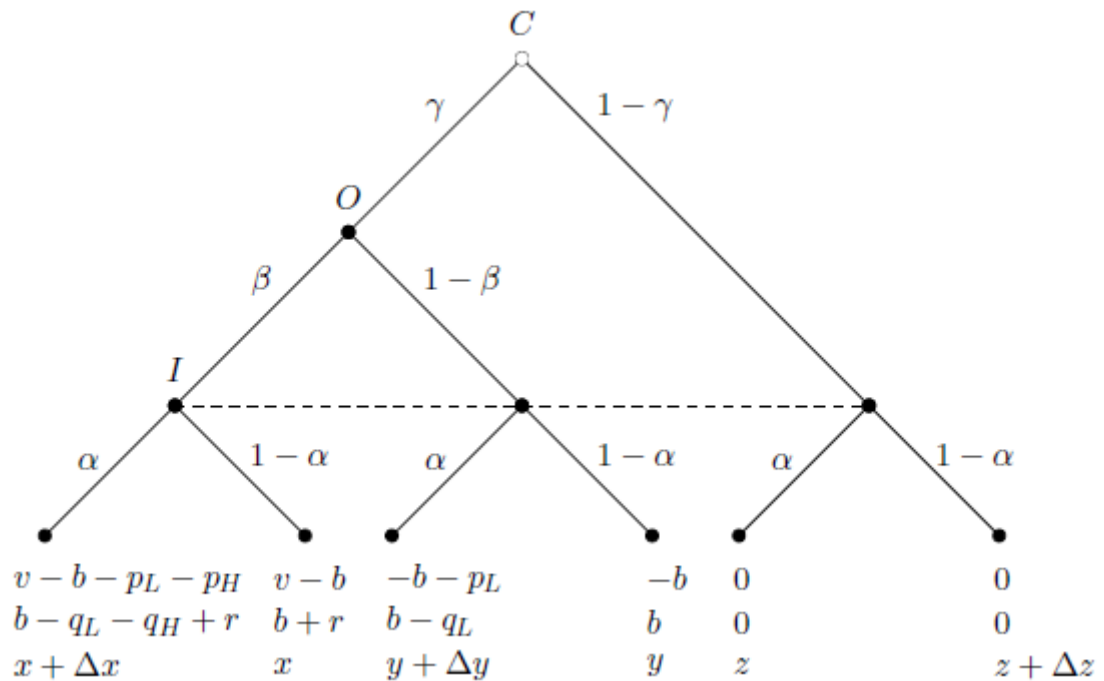


Рисунок 2.1 – Гра у розширеній формі

З нього можна побудувати такі рівняння, коли:

- Клієнт байдужий:

$$\beta * (v - b - \alpha * pL - \alpha * pH) + (1 - \beta) * (-b - \alpha * pL) = 0, \quad (2.1)$$

де β – ймовірність позитивної відповіді на пропозицію хабаря;

v – вигода клієнта від отримання взаємності;

b – розмір хабаря, який отримає посадова особа у разі відповіді взаємністю;

α – ймовірність виявлення злочину;

pL – штраф за дачу хабаря;

pH – штраф за отримання хабаря.

– Посадова особа байдужий:

$$\alpha(b - qL - qH + r) + (1 - \alpha) * (b + r) - \alpha(b - qL) - (1 - \alpha)b = 0, \quad (2.2)$$

де qL – штраф за відповідь взаємністю;

qH – штраф за отримання взаємної відповіді.

– Інспектор байдужий:

$$\gamma * \beta * \Delta x + \gamma * (1 - \beta) * \Delta y + (1 - \gamma) * (-\Delta z) = 0, \quad (2.3)$$

де γ – ймовірність скоєння злочину хабарництва;

$\Delta x, \Delta y$ та Δz – виплати в залежності від типу інспектування.

За типом Цебеліса ми передбачали, що $\beta = 1$ та $\alpha, \gamma \in (0,1)$, тобто цей тип характеризується припущенням про те, що посадова особа суворо воліє відповідати взаємністю в той час, як стратегії інших гравців повністю змішані в рівновазі. Пригадаємо, що умовою для $\beta = 1$ є те, що $\alpha < \min\left\{1, \frac{r}{qH}\right\}$. Це означає, що значення α замість цього визначається вимогою залишити клієнта

байдужим, що має місце, якщо $\alpha = \frac{\beta v - b}{\beta p_H + p_L}$. На рисунку 2.2 показано графічно тип Цебеліса. Він показує реакції функцій типу врівноваження.

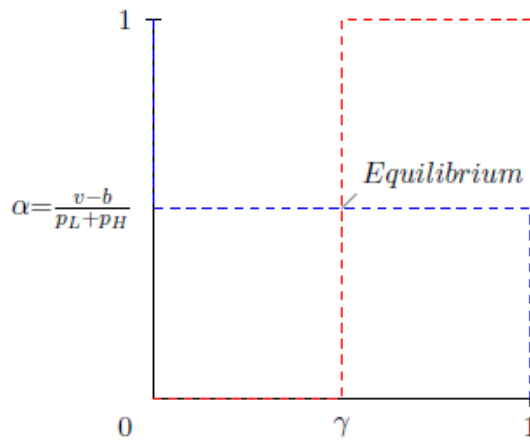


Рисунок 2.2 – Тип Цебеліса

Перестановка рівнянь (2.1) і (2.3) і підстановка одиниці замість β дає наступні ймовірності рівноваги:

– Коли клієнт байдужий:

$$\alpha = \frac{v-b}{p_L+p_H} \quad (2.4)$$

– Коли інспектор байдужий:

$$\gamma = \frac{\Delta z}{\Delta x + \Delta y} \quad (2.5)$$

І, звичайно, виходячи з припущення, що ймовірність рівноваги для посадової особи наступна:

$$\beta = 1 \quad (2.6)$$

Неважко помітити, що незначна зміна p_L або p_H буде мати регресний ефект на α (оскільки α є функцією виплат клієнта), в той час як γ не змінюється

(оскільки γ є функцією виплат інспектора). Таким чином ми довели лемму 2.1 і відтворили результат Цебеліса.

У випадку повністю змішаного типу, ми припустили, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$. Цей тип характеризується тим, що значення α визначається вимогою залишити посадової особи байдужим. Це відбувається тоді і тільки тоді, коли $\frac{r}{qH} < \min \left\{ \frac{\beta v - b}{\beta p_H + p_L}, 1 \right\}$, де взаємність $\beta = 1$ досягається на верхній межі, так що $\alpha = \frac{r}{qH}$. Рисунок 2.3 ілюструє це графічно, відображаючи реакції функції рівноваги повністю змішаного типу.

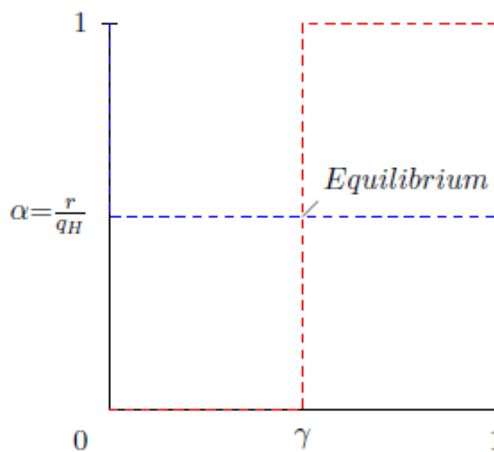


Рисунок 2.3 – Повністю змішаний тип

Ми можемо вирішити для рівноважних ймовірностей α, γ та β відповідно, переставляючи рівняння (2.1), (2.2) і (2.3). Тоді, згідно з вимогою залишити кожного гравця байдужим між їх відповідними стратегіями, ми отримаємо наступні ймовірності:

- З виплат клієнта:

$$\alpha = \frac{r}{qH} \quad (2.7)$$

- З виплат посадової особи:

$$\gamma = \frac{\Delta z}{\beta * (\Delta x - \Delta y) + \Delta y + \Delta z} \quad (2.8)$$

– З виплат інспектора:

$$\beta = \frac{b + \alpha * pL}{v - \alpha * pH} \quad (2.9)$$

Для процедурної повноти ми виводимо і повідомляємо явні рівноважні рішення для рівнянь 2.8 і 2.9, висловлюючи поведінкові змінні тільки як функції виплат.

$$\gamma = \frac{(v * qH + r * pL) * \Delta z}{(b * qH + r * pH)(\Delta x - \Delta y) + (v * qH + r * pL)(\Delta y + \Delta z)} \quad (2.10)$$

$$\beta = \frac{b * qH + r * pL}{v * qH - r * pH} \quad (2.11)$$

З рівняння (2.9) видно, що незначне збільшення pL або pH при інших рівних умовах призводить до збільшення β , так як α залишається незмінним. Знаючи з нашого припущення про "великий улов", що $0 < \Delta x - \Delta y$, і використовуючи (2.9), ми можемо зробити висновок через (2.8), що збільшення pL або pH повинно супроводжуватися зменшенням γ . Так само як і те, що ні pL , ні pH не впливають на зміну значення α , відповідно до (2.7).

Крім того, з (2.7) можна зробити висновок, що незначне збільшення qH при інших рівних умовах має зменшувати α . З урахуванням останнього, з (2.9) видно, що збільшення qH також має зменшувати β . Знову ж таки, $0 \leq \Delta x - \Delta y$ і згідно (2.9), ми можемо зробити висновок через (2.8), що зменшення qH повинно супроводжуватися збільшенням γ .

Ми можемо підтвердити негативний зв'язок між γ і β , повністю диференціюючи (2.3), тобто рівняння, випадку, коли інспектора байдужим, і тоді отримуємо:

$$\frac{d\beta}{d\gamma} = - \frac{\beta * \Delta x + (1 - \beta) * \Delta y - \Delta z}{\gamma * (\Delta x - \Delta y)} \quad (2.12)$$

З огляду на наші припущення про виплати інспектора, що $-\Delta z < 0 < \Delta y < \Delta x$ і враховуючи, що (2.12) менше нуля, ми можемо зробити висновок, що зміна значення γ повинна супроводжуватися зміною β в протилежну сторону, тим самим підтверджуючи леми 2.2 і 2.3.

Залишається відкритим питання про те, що станеться з загальною ймовірністю відповіді взаємністю на хабар ($\gamma * \beta$), якщо, наприклад, зміниться γ . Використовуючи (2.3) ми можемо спостерігати зміну в $\gamma * \beta$ якщо зміниться γ і отримати:

$$\frac{d\gamma\beta}{d\gamma} = - \frac{\Delta y + \Delta z}{\Delta x - \Delta y} \quad (2.13)$$

Знак від'ємний, що означає, що ймовірність повторної дачі хабаря ($\gamma * \beta$) змінюється в протилежну сторону до γ (і, таким чином, в ту ж сторону, що і β), що підтверджує лему 2.4.

2.3 Оптимальний розмір штрафу

В пошуках структури покарання за оптимальне стримування злочину в умовах рівноваги повністю змішаного типу ми знаходимо наступне. Як встановлено раніше, сума штрафу за отримання хабаря (qL) не відрізняється в обох видах хабарництва – взаємному та без взаємної відповіді. Таким чином, його зміна не впливає на розподіл ймовірностей α, γ та β . Як стверджувалося раніше, збільшення qH зменшує α і β , як і ($\gamma * \beta$), але збільшує γ . Крім того, ми показали, що збільшення pL має той же ефект, що і збільшення pH . Це призводить до збільшення β і збільшення загальної ймовірності відповіді на хабар при рівновазі (але зниження γ). Ці висновки ілюструються в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 Зміна ймовірностей α, γ і β в залежності від збільшення штрафу.

	Екзогенний параметр, який потрібно збільшити		
	Штраф за хабар	Штраф за взаємність	Штраф за отримання взаємності
Ендогенна змінна	(pL)	(qH)	(pH)
Імовірність хабарництва (γ)	—	+	—
Імовірність взаємності (β)	+	—	+
Імовірність взаємних хабарів ($\gamma * \beta$)	+	—	+
Імовірність виявлення злочину (α)	Немає впливу	—	Немає впливу

Важливо також відмітити, що у випадку зменшення екзогенних параметрів, зміна ендогенних змінних, тобто зміна ймовірностей, буде прямо протилежна, як наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Зміна ймовірностей α, γ і β в залежності від зменшення штрафу.

	Екзогенний параметр, який потрібно зменшити		
	Штраф за хабар	Штраф за взаємність	Штраф за отримання взаємності
Ендогенна змінна	(pL)	(qH)	(pH)
Імовірність хабарництва (γ)	+	—	+
Імовірність взаємності (β)	—	+	—

Продовження таблиці 2.3

	Екзогенний параметр, який потрібно зменшити		
	Штраф за хабар	Штраф за взаємність	Штраф за отримання взаємності
Імовірність виявлення злочину (α)	Немає впливу	+	Немає впливу

Існують різні комбінації штрафних підвищень, всі з яких зводяться до тих же наслідків, що і поодинокі штрафні підвищення. Очевидно, що збільшення штрафу має протилежний ефект зменшення штрафу. Таким чином, оптимальним механізмом стримування є асиметричний розподіл штрафів, де pL і pH мінімізуються, а qH максимізуються. Наша модель відображає, що це буде мати оптимальний ефект зниження як взаємності, так і загальної ймовірності взаємних хабарів. Що стосується роздумів про асиметричні покарання у літературі про корупцію, ми можемо підтвердити висновок Ламбсдорфа і Нелла про те, що взаємність повинна бути суворо покарана [24]. Однак їх пропозиція також суворо покарати за хабарі, згідно з отриманими результатами, недоцільна. Що стосується ігрової літератури, ми пропонуємо ще одну модель, в якій результати Цебеліса не виконуються. Ми можемо зробити висновок про те, що з урахуванням двох співпрацюючих правопорушників і асиметричного розподілу покарань збільшення покарання за взаємність знижує загальний рівень правопорушень у разі корупції.

Зрештою, наші припущення про виплати інспектора не є єдиною можливою установкою. Питання про оптимальну структуру стимулів для інспекторів з точки зору соціального планувальника виходить за рамки цього дослідження, але може становити інтерес для майбутніх досліджень.

Підводячи підсумки, ми створили корупційну гру з двома новими аспектами, кожен з яких відповідає певній літературі. З одного боку, ми побудували асиметричні покарання, як ми їх знайшли в літературі корупційної

політичної економіки. Це дозволяє карати за хабарі і хабарництво, так само як і за взаємність та відповідь на взаємність різною мірою і дозволяє нам вносити політичні пропозиції. З іншого боку, ми ендогенізуємо ймовірність виявлення як це робиться в інспекційній грі Цебеліса. На відміну від інших версій інспекційної гри, наша модель включає в себе трьох агентів: клієнта, посадової особи та інспектора. Той факт, що злочин (корупція) може бути вчинено тільки спільними зусиллями двох гравців, призводить до дивних результатів, особливо в поєднанні з асиметричними штрафами. Ламбсдорф і Нелл показали, що при екзогенному виявленні оптимальне стримування може бути досягнуто, якщо хабар і взаємність суворо караються, а хабарництво і отримання взаємності караються лише м'яко.

З «виявленням злочину» в якості ендогенної змінної ми знаходимо підтвердження того, що більш високі покарання знижують загальний рівень правопорушень, якщо правопорушення є взаємним хабарництвом в якості спільних зусиль клієнта та посадової особи. Це залишається в контрасті з результатами Цебеліса. Однак цей результат справедливий тільки в тому випадку, якщо штраф за відповідні дії на посадову особу підвищено (максимізовано). Бо це збільшує ймовірність хабарництва, але знижує ймовірність як взаємності, так і загального зворотного хабарництва. Дивно, але на відміну від асиметричного штрафу Ламбсдорфа і Нелла, більш високі штрафи на клієнта мають протилежний ефект. Вони можуть знижувати ймовірність хабарництва, але вони також підвищують ймовірність взаємності в тій мірі, в якій зростає загальна ймовірність хабарництва. Таким чином, на відміну від деяких існуючих антикорупційних норм (наприклад, Німеччини), наше дослідження не тільки рекомендує асиметричний розподіл штрафів, але й висуває аргумент про те, що штрафи повинні бути мінімальними для корумпованих клієнтів і максимальними для корупціонерів. Таку модель можливо і необхідно розглянути в майбутніх дослідженнях.

2.3 Корупція та звітність

Ми будемо два випадки корупційної гри з трьома агентами, в одному з яких звітність про корумпованих клієнтів є громіздкою, а в іншому – прибутковою. В обох випадках наведена характеристика клієнта, який може підкупити чи ні, посадова особа може відповідати взаємністю чи ні, і інспектор, який може перевірити чи ні. У першому випадку посадова особа приймає хабар шляхом взаємності або просто відмовляється від хабаря, вважаючи за краще не відповідати взаємністю. У другому випадку посадова особа або приймає хабар і відповідає взаємністю, або відхиляє її і повідомляє про неї. При успішному виявленні злочину гравці-порушники отримують окремі штрафи, які можуть варіюватися асиметрично. При правдоподібних припущеннях про значення параметрів виграшу ми отримуємо в обох випадках рівновагу по Нешу змішаної стратегії, на кшталт інспекційної гри Цебеліса. Також, ми отримаємо два цікавих результати. По-перше, незначна зміна штрафних санкцій переміщує рівноважні ймовірності в обох іграх в одних і тих же напрямках, пропонуючи надійність моделі. Ми вважаємо, що більші штрафи на клієнта збільшують загальну ймовірність хабарництва у відповідь, тобто корупцію, в той час як великі штрафи на посадові особи зменшують корупцію. По-друге, при порівнянні двох моделей ми отримуємо дивовижний результат, що ймовірність відповіді хабарництва (корупції) вище в тому випадку, коли посадова особа винагороджується за звітність про клієнта.

При вирішенні обох проблем – оптимального стримування і корисної звітності – ми розглядаємо два (дуже схожих) випадки простої моделі корупції. Визначаючи корупцію як спільний злочин, наша модель – це інспекційна гра з двома злочинцями. Ці два випадки відображають два стану справ: світ, в якому звітність є громіздкою, і світ, в якому звітність про клієнтів прибуткова. Формально, наша модель має такі особливості.

Ми визначаємо дії для кожного гравця. Клієнт може запропонувати хабар чи ні посадовій особі. Посадова особа може прийняти хабар/відповісти взаємністю, або відхилити її, або повідомити про запропонований хабар. Ось де ми розрізняємо два випадки політики в нашій моделі. У випадку 1 просте відхилення завжди має більший виграш, ніж відхилення та звітність. У випадку 2 ми припускаємо зворотне. Ми розглянемо обидва випадки окремо.

Ми визначаємо взаємність як акт повернення на користь хабаря, тобто повернення клієнту свого роду «послуги за послугу» (наприклад, урядового контракту). Таким чином, тяжкий злочин корупції як взаємний підкуп може відбутися тільки в результаті спільних зусиль двох учасників. Гра включає в себе три види штрафу: один за хабар і один за отримання взаємності (обидва для клієнта), а також один за прийняття і взаємність на посадовій особі. Асиметричний розподіл штрафів дозволяє виносити більш змістовні політичні рекомендації. Штрафи застосовуються з імовірністю ревізору, яка представлена діями третього гравця, інспектора; він може оглядати або не оглядати і його виграші залежать від того, є правопорушення чи ні.

Наша модель має два основних типи рівноваги в залежності від структури виплат. По-перше, якщо рівні винагороди/штрафу такі, що посадова особа напевно відповість взаємністю, навіть враховуючи впевненість у перевірці, то гра фактично зводиться до гри з перевіркою типу Цебеліса між клієнтом та інспектором. Таким чином, як і в грі Цебеліса, описаної вище, збільшення штрафних санкцій на клієнта не вплине на хабарництво, але знизить ймовірність перевірки, в рівновазі.

Другий тип рівноваги, основна увага якому приділяється в даному аналізі, відбувається на рівнях винагороди / штрафу, так що посадова особа напевно відповість взаємністю, враховуючи нульову ймовірність перевірки, але відхиляють/повідомляють напевно, враховуючи впевненість у перевірці. Ця рівновага повністю змішується, причому рандомізується не тільки клієнтом і інспектором, але і посадовою особою. Тут, збільшення штрафів на клієнтів фактично збільшує рівноважну ймовірність взаємних хабарів (корупція). Але

також, як ми знаходимо, порівнюючи два випадки моделі, режим, в якому посадові особи повідомляють (при відхиленні), має більший рівноважний рівень взаємних хабарів, ніж той, в якому вони не повідомляють. Саме цей результат займає центральне місце в цьому дослідженні.

По-перше, розглянемо подібності між цими двома випадками. В обох випадках покарання однакові, що дозволяє розподілити покарання асиметрично. Клієнт може бути оштрафований за хабар (pL) і за отримання взаємності (pH). Під взаємністю ми маємо на увазі, що посадова особа "повертає прихильність" у вигляді деякої «послуги за послугою». Пізніше ми покажемо, що обидва ці штрафи мають однаковий ефект. Посадовець може бути покараний за одержання хабаря і за відповідні дії. В нашій моделі ми припускаємо, що посадова особа завжди відповідає взаємністю, коли її приймають. Таким чином, ми об'єднуємо штрафи за прийняття і взаємність в q .

По-друге, для того, що слідує, ми робимо важливе припущення (назвемо це припущення "P") про переваги і виплати трьох гравців. Клієнт вважає за краще пропонувати хабар тоді і тільки тоді, коли ймовірність вибору інспектором інспекції нижче певного порога і далі, що цей поріг менше, ніж певна перевірка (тобто ймовірність дорівнює одиниці). Він буде триматися, навіть якщо посадова особа точно погодиться відповісти взаємністю. Крім того, посадова особа вважає за краще прийняти і відповісти взаємністю, якщо і тільки якщо ймовірність перевірки нижче певного порогу й далі, що цей поріг менше, ніж ревізування напевно. Інспектор, з іншого боку, вважає за краще перевіряти тоді і тільки тоді, коли ймовірність пропозиції хабаря перевищує певний поріг і коли цей поріг більше нуля. Це говорить про те, що в грі є протилежні виплати. З огляду на це припущення щодо переваг і виплат, легко бачити, що в цій грі немає рівноваги, в результаті чого будь-якому з трьох гравців найкраще вибрати одну дію з упевненістю. Таким чином, ми можемо виключити як чисто стратегічні рівноваги, так і змішані стратегічні рівноваги, в яких будь-який з гравців грає вироджену змішану стратегію. Таким чином, унікальна рівновага цієї гри має бути в абсолютно змішаних стратегіях.

Порівняємо тепер обидва випадки. Щоб зробити це, розглянемо, як ці два випадки відрізняються один від одного і що породжує ці відмінності. У випадку 1, "Р" вимагає для посадової особи, що хабарництво платить більше, ніж воно робить, щоб відхилити, якщо і тільки якщо немає перевірки, але менше, ніж відхилити, якщо є перевірка, а отже і штраф. У випадку 2, "Р" все ще тримається, однак, посадова особа тепер воліє відхилити і повідомити про хабарі, а не просто відхилити її. Ось те, що ми розглядаємо при переході від випадку 1 до випадку 2: Припустимо, що нібито не було винагороди за звітність про клієнтів, але замість цього звітність була, принаймні, малою. У разі проведення певної перевірки посадова особа явно бажала б просто відмовитися від хабаря, а не повідомляти про нього. Ця обставина відображає випадок 1. Припустимо тепер, що соціальний планувальник повинен був повільно підвищувати винагороду посадовим особам за звітність про корумпованих клієнтів. Це може бути витлумачено як грошову, моральну чи іншу винагороду посадової особи за повідомлення. Якщо це зроблено достатньою мірою, щоб винагорода за звітність перевищувала винагороду за просту відмову від хабарництва, ми переходимо до справи 2. Так само, як ми проходимо поріг, всі параметри виграшу практично однакові між двома випадками. Якщо бути точним, всі параметри однакові, крім виграшу за відхилення і виграшу за звітність, які відрізняються незначно. Тож ми можемо порівняти ймовірності, з якими гравці змішують свої стратегії, і, таким чином, спостерігати, що відбувається з імовірністю взаємних хабарів, коли ми переходимо від випадку 1 (без звітності) до випадку 2 (звітністю). Цей останній крок аналізу дозволить нам зробити висновок про те, що заохочення звітності в розумних межах не є доцільною політикою.

Однак перед порівнянням цих двох випадків зробимо детальний аналіз кожного випадку окремо. Фокусуючись на повністю змішаній рівновазі, ми розглянемо, як змінюються ймовірності, з якими гравці змішуються між своїми стратегіями.

На рисунку 2.4, зображена гра у розгорнутій формі гра випадку 1, де $\gamma \in (0, 1)$ - ймовірність хабарництва, $\beta \in (0, 1)$ - ймовірність приймання і зворотної відповіді та $\alpha \in (0, 1)$ – ймовірність виявлення злочину.

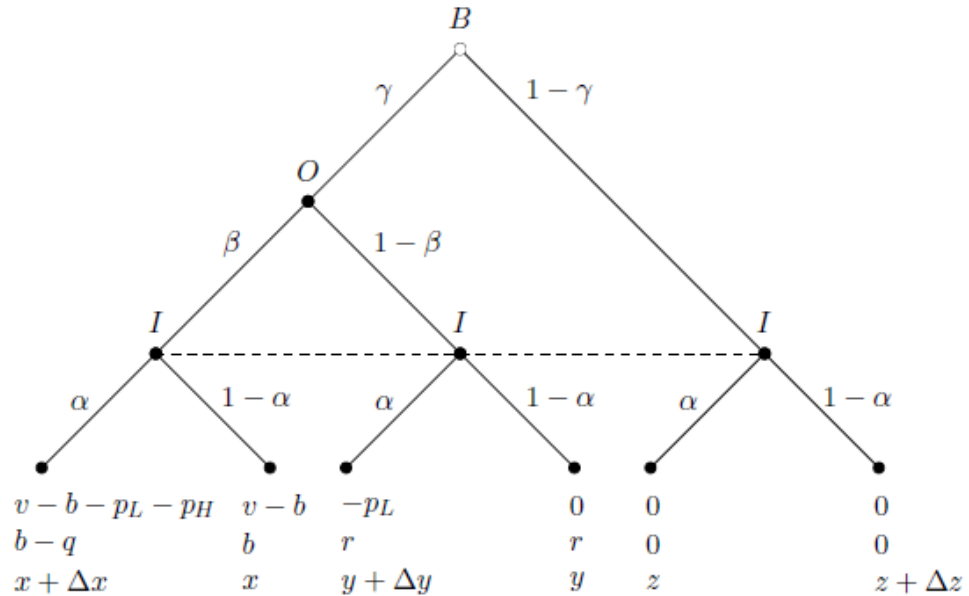


Рисунок 2.4 – Гра у розширеній формі без звітності

У випадку 1 ймовірність $1 - \beta$ рисунку 2.4 відображає поняття відхилення запропонованого хабаря (і не подання звітності). Для клієнта ми припускаємо, що хабарництво вигідно, якщо воно буде зустрінуте взаємністю, але не перевіркою, b – розмір хабаря, а v – вигода від взаємності клієнту. Це означає, що $0 < b < v$ і $0 < pL, pH$, такі, що $v - b - pL - pH < 0$.

Для інспектора ми вводимо наші початкові припущення з інспекційної гри Цебеліса, припускаючи, що інспекція вигідна, якщо хоча б один злочинець коїть злочин, але занадто дорога, якщо немає правопорушення. Це означає, що $x < 0 < x + \Delta x$, $y < 0 < y + \Delta y$, та $z < 0 < z + \Delta z$. Ця установка нашої моделі на думку, що успішний огляд варто робити, так як це веде до заохочення або аналогічні вигоди, в той час як невдала перевірка веде до простих витрат зусиль. Складність моделі вимагає, щоб ми зробили деякі подальші припущення про виплати інспектора. Ми припускаємо, що перевіряти взаємне хабарництво є більш прибутковим, ніж перевірка всього хабарництва і, аналогічно, що не

перевіряючи взаємність хабарництво призводить до більшої втрати, ніж не перевіряти факт хабарництва за рахунок більш високої вартості не-інспекції. Це означає, що $0 < y + \Delta y < x + \Delta x$ і $x < y < 0$. Для посадової особи ми припускаємо, що одержання хабаря вигідно доти, поки немає перевірки, маючи на увазі, що $0 < r < b < q$. Параметр r можна інтерпретувати різними шляхами. Один із способів описати це було б як нейтральний виграш, що відображає бажаний варіант, доступний посадовій особі, коли взаємність (і прийняття хабарництва) здається не вигідним. Це також може бути витлумачено як деяка форма морального полегшення при відмові від хабаря або як деяка незначна винагорода за відмову, яка не перевищує вартості неінспектованого хабаря.

З огляду на припущення "Р", унікальна рівновага цієї гри знаходиться в змішаних стратегіях. Наступний аналіз базується на основі того ж припущення. Інші типи рівноваг можливі, якщо послабити припущення "Р".

Ми припускаємо, що покарання для обох правопорушників по відношенню до вигодам від v, b і r такі $\alpha, \gamma, \beta \in (0, 1)$, що означає, що стратегії повністю змішані в рівновазі. Найважливішою особливістю рівноваги змішаної стратегії є те, що кожен гравець, змішуючий свої чисті стратегії, повинен бути байдужий до своїх відповідних чистих стратегій по відношенню до розподілів ймовірностей, з якими інші гравці змішуються між своїми відповідними чистими стратегіями. Перш ніж алгебраїчно висловити байдужість та умовні ймовірності рівноваги, розглянемо вплив змін маргінального штрафу на ймовірності рівноваги.

Розглянемо незначне збільшення будь-якого з штрафів на клієнта (pL, pH) в рівновазі. Якщо все інше залишається рівним, очікуваний виграш клієнта за хабар тепер зменшився, так що він перестав бути байдужим. Щоб залишити його незмінним, необхідно або збільшити ймовірність оборотності (β), або зменшити ймовірність перевірки (α). Ми знаємо, що α змінити не можна, тому що інакше посадова особа перестав би бути байдужим. Тому β повинна збільшуватися. Якщо, однак, β збільшується, інспектор більше не буде байдужим. Таким чином,

щоб тримати його байдужим, необхідно зменшувати γ . Це встановлює рух всіх трьох рівноважних ймовірностей, при незначному збільшенні штрафних санкцій на клієнта.

Тепер розглянемо незначне збільшення штрафу на посадової особи (q) в рівновазі. Якщо все інше залишається рівним, очікуваний виграш посадової особи за прийняття і взаємність тепер зменшився, так що вона перестає бути байдужою. Щоб залишити її байдужою, ймовірність перевірки (α) повинна зменшитися. Якщо α зменшується, то клієнт вже не байдужий; тепер він волів би піти на злочин напевно. Таким чином, щоб клієнт залишався байдужим, слідуючими більш ранніми міркуваннями β має зменшуватися. Звідси випливає, що якщо β зменшується, то інспектор може залишитися байдужим, якщо γ збільшується. Таким чином, отримуємо:

Лема 2.5. З огляду на те, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$, збільшення будь-якого штрафу за хабарництво зменшує ймовірність хабарництва, але також збільшує ймовірність взаємності (в той час як ймовірність виявлення залишається постійною). Аналогічно, збільшення штрафу за прийняття хабарництва і взаємності (q) збільшує ймовірність хабарництва, але знижує ймовірність взаємності і вірогідність виявлення.

Лема 2.1 є необхідною, але недостатньою умовою для того, щоб інспектор залишався байдужим. Важливо, якою мірою змінюються дві ймовірності, щоб ми могли їх встановити наступним чином. Набір даних Інспектора змушує її розглянути подію (i) відповідного хабаря, яке відбувається з ймовірністю $\gamma * \beta$, подію (ii) хабаря без взаємної відповіді, яка відбувається з ймовірністю $\gamma * (1 - \beta)$, і подію (iii) відмови від хабаря, яка відбувається з ймовірністю $(1 - \gamma)$.

Припустимо, що γ зменшується, при цьому β залишається незмінним. Це означало б зрушення ймовірності від хабарництва (взаємного) до відсутності хабаря – події (i) і (ii) стають менш імовірними, а подія (iii) більш імовірною. Наші передбачувані виплати згодом вказують на зниження очікуваного виграшу

від перевірки; інспектор перестає бути байдужим. Ми знаємо, що до цього, щоб компенсувати це, необхідно збільшити β . Припустимо, що зміни β в тій же мірі (і в протилежному напрямку) що і γ , такі, що ймовірність взаємного і без відповідного хабарництва (подій (i) і (ii)) залишаються незмінними. Тоді наші передбачувані виплати інспектору, як і раніше, мають на увазі, що подія (iii) стає більш ймовірним, в той час як ймовірності подій (i) і (ii) не змінюються, так що вона воліла б не проводити інспекцію. Таким чином, щоб зберегти інспектора байдужим між перевіркою і не перевіркою, збільшення β повинно бути більше пропорційною, ніж зменшення γ , так що загальна ймовірність взаємних хабарів збільшується. Таким чином, справедливо (для змін будь-яких параметрів, крім виплат Інспектора) наступне:

Лема 2.6. З огляду на те, що $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$, зниження γ повинно супроводжуватися пропорційною великим збільшенням β , і навпаки, таким, що ймовірність взаємно хабарництва ($\gamma * \beta$) рухається в тому ж напрямку, що і ймовірність взаємності (β).

Нарешті, легко побачити, що станеться, якщо ми збільшимо винагороду за відмову від хабарництва, r , посадовій особі. Фактично, це впливає з тих же міркувань, що і для збільшення q : оскільки відмова стає більш приваблива, посадова особа більше не байдужий до своїх відповідних чистих стратегіям. Щоб зберегти його байдужим, ймовірність перевірок повинна зменшуватися. Оскільки це змусить клієнта більше не бути байдужим, ймовірність взаємності має збільшитися. Це призводить нас ще раз до тверджень, які ми далі доведемо з математичної точки зору.

Щоб висловити байдужість алгебраїчно, для кожного гравця ми прирівнюємо виграші для кожної стратегії. Використовуючи виплати на рисунку 2.4, отримуємо наступні рівняння, коли:

– Клієнт байдужий:

$$\beta(v - b - \alpha * pL - \alpha * pH) + (1 - \beta) * (-\alpha * pL) = 0 \quad (2.14)$$

– Посадова особа байдужий:

$$\alpha * (b - q) + (1 - \alpha) * b = \alpha * r + (1 - \alpha) * r \quad (2.15)$$

– Інспектор байдужий:

$$\begin{aligned} \gamma * \beta * (x + \Delta x) + \gamma * (1 - \beta) * (y + \Delta y) + (1 - \gamma) * (z) = \\ = \gamma * \beta x + \gamma * (1 - \beta) * y + (1 - \gamma) * (z + \Delta z) \end{aligned} \quad (2.16)$$

Припустивши повністю змішану рівновагу в припущенні "Р", отримаємо наступні ймовірності рівноваги для із попередніх рівнянь:

$$\beta = \frac{\alpha * pL}{v - b - \alpha * pH} \quad (2.17)$$

$$\alpha = \frac{b - r}{q} \quad (2.18)$$

$$\gamma = \frac{\Delta z}{\beta * (\Delta x - \Delta y) + \Delta y + \Delta z} \quad (2.19)$$

Для процедурної повноти виводимо і повідомляємо явні рівноважні рішення для рівнянь 2.17 і 2.19, висловлюючи поведінкові змінні тільки як функції виплат.

$$\beta = \frac{(b - r) * pL}{(v - b) * q - (b - r) * pH} \quad (2.20)$$

$$\gamma = \frac{[(v - b) * q - (b - r) * pH] * \Delta z}{(b - r) * pL * (\Delta x - \Delta y) + [(v - b) * q - (b - r) * pH] * (\Delta y + \Delta z)} \quad (2.21)$$

Формально, взяті разом, ймовірності в рівняннях (2.17), (2.18) і (2.19) являють собою повну рівновагу Неша в змішаних стратегіях при наступних обставинах. Для простору стратегії $\alpha, \beta, \gamma \in [0, 1]$ і враховуючи наші попередні припущення про відносність розміру параметрів виграшу, послідовна раціональність вимагає, щоб: для клієнта ймовірність пропозиції хабаря повинна

дорівнювати нулю, якщо ймовірність прийняття\відповіді менше ймовірності прийняття\відповіді в рівнянні (2.17) і дорівнює одиниці в зворотному випадку; для посадової особи ймовірність прийняття\відповіді повинна дорівнювати нулю, якщо ймовірність більше, ніж вірогідність перевірки в рівняння (2.18) і дорівнює одиниці в зворотному випадку; і для інспектора ймовірність повинна бути дорівнювати, якщо ймовірність пропозиції хабаря менше ймовірності пропозиції хабаря в рівнянні (2.19) і дорівнює одиниці в зворотному випадку. Надалі вважатимемо, що $\tilde{\alpha}$ – ймовірність перевірки, при якій клієнт байдужий, враховуючи, що посадова особа обов’язково приймає хабар\відповідає взаємністю:

$$\tilde{\alpha} = \frac{v-b}{pL+pH} \quad (2.22)$$

Потім ми отримуємо повністю змішану рівновагу, якщо $0 < \alpha < \min\{\tilde{\alpha}, 1\}$. Щоб побачити існування такої рівноваги розглянемо наступне обґрунтування. Якби ймовірність перевірки була більше критичної ймовірності, яка тримає посадової особи байдужим, вона б точно не відповіла взаємністю і тому клієнт точно не запропонував би хабар. Але якщо немає пропозиції хабаря, інспектор не перевірятиме напевно, тим самим суперечачи припущенню, що ймовірність перевірки була більшою за ту, яка тримає посадової особи байдужим. Далі припустимо, що ймовірність перевірки була нижче критичної ймовірності того, що посадова особа залишиться байдужим, і в цьому випадку посадова особа точно прийме\відповість взаємністю. З тих пір, коли ймовірність прийняття\відповіді більше, ніж та, яка тримає клієнта байдужим в рівнянні (2.17), клієнт напевно запропонує хабар. Однак, якщо запропонований хабар є певним, інспектор перевірятиме напевно, що суперечить припущенню про те, що інспектор перевірятиме з ймовірністю менше, ніж такою, що тримає посадової особи байдужим. Таким чином, єдина рівноважна ймовірність перевірки повинна бути вказана в рівнянні (2.18).

Далі, з урахуванням попередніх міркувань, припустимо, що ймовірність прийняття / відповіді більше передбачуваного рівноважного значення в рівнянні (2.17), в якому (як встановлено) ймовірність огляду така, що зберігає посадову особу байдужим. З тих пір, як клієнт напевно запропонував хабар, вірогідність запропонованого хабаря більше, ніж та, яка тримає інспектора байдужим, як зазначено в (2.19). У цьому випадку, однак, інспектор буде перевіряти напевно, що суперечить нашому попередньому висновку про те, що ймовірність перевірки повинна бути вказана в рівнянні (2.18). Припустимо, що ймовірність прийняття/відповіді менше передбачуваного рівноважного значення в рівнянні (2.17), в яких зазначена ймовірність перевірки, що тримає посадової особи байдужим. Оскільки тоді клієнт точно не запропонував би хабар, ймовірність запропонування хабаря менше тієї, яка тримає Інспектора байдужим. Таким чином, інспектор точно не перевірятиме, що знову суперечить попередньому висновку. Таким чином, унікальна рівновага має відбутися, де ймовірність прийому / відповіді дорівнює β , що зазначено в (2.17) і враховуючи α в (2.18).

Нарешті, враховуючи висновки попередніх двох пунктів, припустимо, що ймовірність пропозиції хабаря або менше, або більше (але не дорівнює) ймовірності запропонованої хабаря, зазначеного в рівнянні (2.19), яке засновано на ймовірності прийняття/відповіді хабаря в (2.17) і побічно на ймовірності перевірки в (2.18). З тих пір клієнт, неважливо, або пропонував хабар напевно, або не пропонував хабар напевно, вірогідність запропонованої хабаря не дорівнює тій, яка тримає інспектора байдужим. Тоді інспектор буде або перевіряти точно, або, відповідно, точно не перевіряти, обидва випадки з яких суперечить першому висновку, що ймовірність рівноваги інспекції повинна бути дорівнює зазначеній в (2.18). Таким чином, єдина рівновага повинна мати місце при значеннях ймовірності, зазначених рівняннями (2.17), (2.18) і (2.19).

Проілюструємо цю рівновагу графічно, на рисунку 2.5. У правому квадранті відображено рівняння (2.17), що показує ймовірність прийому/відповіді – як функція ймовірності перевірки. У лівому квадранті виводиться рівняння (2.19), що показує ймовірність пропозиції хабаря в

залежності від ймовірності прийняття/відповіді. Для цілей ілюстрації ми визначаємо набір (у відносних одиницях) правдоподібних числових значень, за допомогою яких ми отримуємо повністю змішану рівновагу. Набір значень можна знайти в таблиці 2.4, і вони дають значення ймовірності γ^A, β^A та α^A . Дивлячись на рисунок 2.5, ми можемо простежити міркування попередніх абзаців: якщо будь-який гравець повинен був змішатися з ймовірністю, більшою чи меншою, ніж значення ймовірності γ^A, β^A та α^A , це призвело б до протиріччя замість рівноваги.

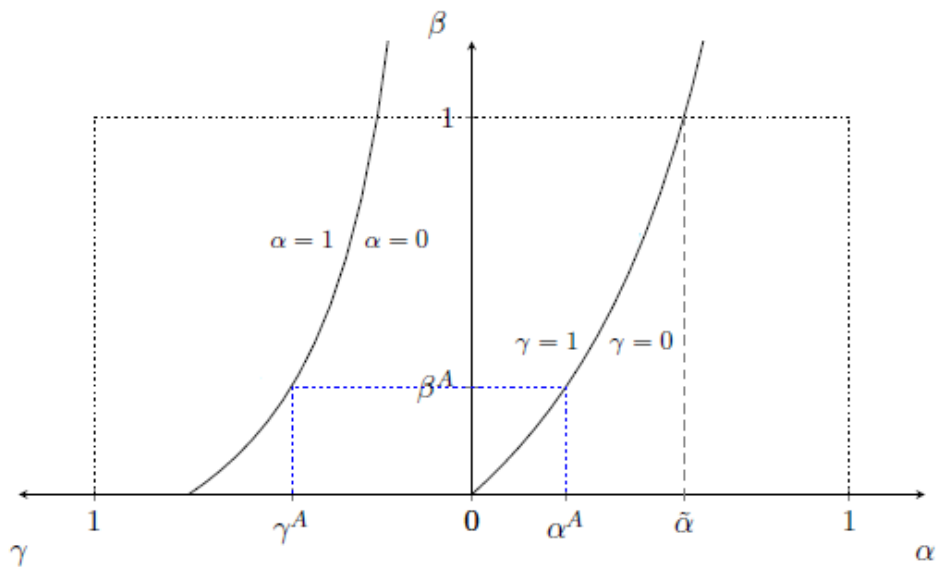


Рисунок 2.5 – Змішана рівновага (значення γ^A, β^A та α^A отримані з таблиці 2.4)

Таблиця 2.4 Значення параметрів для змішаної рівноваги

Параметр	v	b	pL	pH	q	r	$x + \Delta x$	x	$y + \Delta y$	y	z	$z + \Delta z$
Числове значення	12	3	8	8	4	2	10	1	8	7	5	8

Проведемо порівняльний статичний аналіз цієї рівноваги. Дивлячись на (2.18), ми отримуємо, що збільшення або q або r зменшить ймовірність перевірки α . Рівняння (2.17) показує, що зменшення α призводить до зниження β . Рівняння (2.19) показує, що зменшення β призведе до збільшення γ .

Аналогічно, дивлячись на (2.17), ми отримуємо, що збільшення pL або pH призведе до збільшення β . Рівняння (2.19) показує, що збільшення β призведе до зменшення γ . Фактично, ми можемо підтвердити, що β та γ повинні завжди рухатись в протилежних напрямках шляхом повного диференціювання (2.16):

$$\frac{d\beta}{d\gamma} = - \frac{\gamma * (\Delta x - \Delta y)}{\beta * (\Delta x - \Delta y) + \Delta y + \Delta z} \quad (2.23)$$

Знак (2.23) негативний. Таким чином, ми робимо два висновки. По-перше, збільшення штрафу на посадову особу знизить ймовірність виявлення і ймовірність прийняття і відповіді, але призведе до збільшення ймовірності дачі хабаря. По-друге, збільшення будь-якого штрафу на клієнта знизить ймовірність хабарництва, але збільшить ймовірність прийняття та взаємності, в той час як ймовірність перевірки залишиться незмінною. Це підтверджує лему 2.1.

Ще належить з'ясувати, що станеться із загальною ймовірністю прийнятого хабарництва і відповіді, якщо ми збільшимо будь-яке з покарань. Досить побачити зміни в $\gamma * \beta$ якщо γ змінюється; ми можемо повністю диференціювати (2.16) і отримати:

$$\frac{d\gamma\beta}{d\gamma} = - \frac{\Delta y + \Delta z}{\Delta x - \Delta y} \quad (2.24)$$

Його знак негативний, що говорить про те, що рухатися $\gamma * \beta$ потрібно в протилежному напрямку до γ , а значить і в тому ж напрямку, що і β . Ми прийшли до висновку, що збільшення штрафних санкцій щодо клієнтів збільшує корупцію (хабарництво, відповідь), тоді як збільшення штрафних санкцій щодо посадових осіб зменшує корупцію. Це підтверджує лему 2.2.

Зберемо і відобразимо ці результати таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Зміна ймовірностей α, γ і β в залежності від збільшення штрафу в першому випадку.

	Екзогенний параметр, який потрібно збільшити		
	Штраф за хабар	Штраф за отримання взаємності	Штраф або винагорода посадовій особі
Ендогенна змінна	(pL)	(pH)	$(q \text{ або } r)$
Імовірність хабарництва (γ)	—	—	+
Імовірність взаємності (β)	+	+	—
Імовірність взаємних хабарів ($\gamma * \beta$)	+	+	—
Імовірність виявлення злочину (α)	Немає впливу	Немає впливу	—

Важливо зауважити, що у випадку зменшення екзогенних параметрів, зміна ймовірностей, буде прямо протилежна збільшенню, як наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Зміна ймовірностей α, γ і β в залежності від зменшення штрафу в першому випадку.

	Екзогенний параметр, який потрібно зменшити		
	Штраф за хабар	Штраф за отримання взаємності	Штраф або винагорода посадовій особі
Ендогенна змінна	(pL)	(pH)	$(q \text{ або } r)$
Імовірність хабарництва (γ)	+	+	—
Імовірність взаємності (β)	—	—	+

Продовження таблиці 2.6

	Екзогенний параметр, який потрібно зменшити		
	Штраф за хабар	Штраф за отримання взаємності	Штраф або винагорода посадовій особі
Імовірність взаємних хабарів ($\gamma * \beta$)	—	—	+
Імовірність виявлення злочину (α)	Немає впливу	Немає впливу	+

На рисунку 2.6 представимо графічно порівняльні ефекти, які ми щойно описали для збільшення r . Щоб переконатися в цьому, розглянемо набір числових значень в таблиці 2.7. На додаток до попереднього набору значень, який дав нам γ^A, β^A та α^A , ми отримуємо γ^{A+}, β^{A+} та α^{A+} через рівняння (2.17)-(2.19). На рисунку 2.6 стрілки показують рух уздовж рівнянь (2.17) і (2.19) і зміщення ймовірностей рівноваги.

Таблиця 2.7 Значення параметрів для змішаної рівноваги

Параметр	v	b	pL	pH	q	r	$x + \Delta x$	x	$y + \Delta y$	y	z	$z + \Delta z$
Числове значення (A)	12	3	8	8	4	2	10	1	8	7	5	8
Числове значення (A+)	12	3	8	8	4	2.6	10	1	8	7	5	8

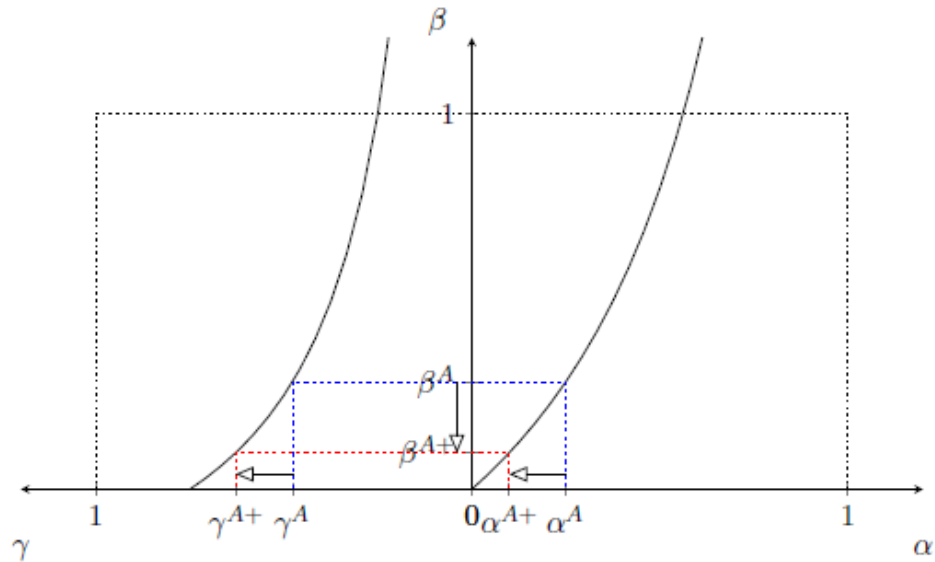


Рисунок 2.6 – Незначна зміна r спричиняє зміщення ймовірностей рівноваги від γ^A, β^A та α^A до γ^{A+}, β^{A+} та α^{A+}

Можна отримати й інші типи рівноваг. По суті, це залежить від величини, яка робить клієнта байдужим порівняно з вартістю, що робить посадової особи байдужим (див. рівняння (2.18) і (2.22), які дали $\alpha = \frac{v-b}{pH+pL}$ and $\alpha = \frac{b-r}{q}$). Як обговорювалося, повністю змішана рівновага виходить, якщо $0 < \alpha < \min\{\alpha_c, 1\}$, тому подальший аналіз тут проводити не потрібно. Ми отримаємо іншу рівновагу, якщо припустимо, що штраф q досить низький і / або виграш (винагорода) за відхилення r досить низький, настільки, що посадова особа вважає за краще прийняти і відповісти взаємністю, навіть якщо перевірка є напевно, тобто $1 \leq \frac{b-r}{q}$. Важливо помітити, що це означає $\beta = 1$, так що, якщо штрафи pL і pH досить низькі, і, таким чином, $1 \leq \frac{v-b}{pH+pL}$, клієнт вважає за краще пропонувати хабар, навіть якщо перевірка відбуватиметься напевно. У цьому випадку ми отримуємо рівновагу, при якому хабар пропонується, приймається і повертається, незважаючи на певну перевірку (так $\alpha, \gamma, \beta = 1$).

Аналогічно, якщо $\alpha \leq 0$ (ймовірність перевірки, яка тримає посадову особу байдужою в рівнянні (2.18)), тобто така, що посадова особа завжди віддає перевагу відхилити, цього досить, щоб викликати рівновагу, коли хабар не

пропонується, не приймається і не відповідається, і, отже, не оглядається ($\alpha, \gamma, \beta = 0$).

Тепер припустимо, що ми налаштовуємо параметри таким чином, що $\frac{v-b}{pH+pL} < \frac{b-r}{q}$. Ймовірність огляду після цього визначена вимогою що клієнт байдужий, тому $\alpha_c < \min\{\frac{b-r}{q}, 1\}$. В цьому випадку посадова особа приймає і відповідає взаємністю ($\beta = 1$), в той час як клієнт і інспектор змішуються з відповідними ймовірностями пропозиції хабаря та перевірки, які роблять один одного байдужими.

На рисунку 2.7 зображена повністю змішана рівновага, частково змішана рівновагу і їх взаємна межу в міру збільшення (винагороди) виграшу r крок за кроком. В таблиці 2.8 представлено набір ймовірних числових значень параметрів, які ми використовуємо в якості основи для рисунка 2.7 [24]. Розглянемо спочатку повністю змішану рівновагу, яку ми позначимо синім кольором і надрядковим А. Як і раніше, у правому квадранті, крива, позначена відповідним чином з рівняння (2.17), описує ймовірність оборотності (β) як функцію ймовірності перевірки (α). Встановивши $r = 2$, отримаємо $\alpha^A = 0.25$, де рівняння (2.17) дає рівноважне значення для β^A по вертикальній осі. Крива в лівому квадранті описує ймовірність хабарництва (γ) як функцію β , що позначається рівнянням (2.19). Через β^A та рівняння (2.19) отримуємо рівноважне значення γ^A на оберненій горизонтальній осі.

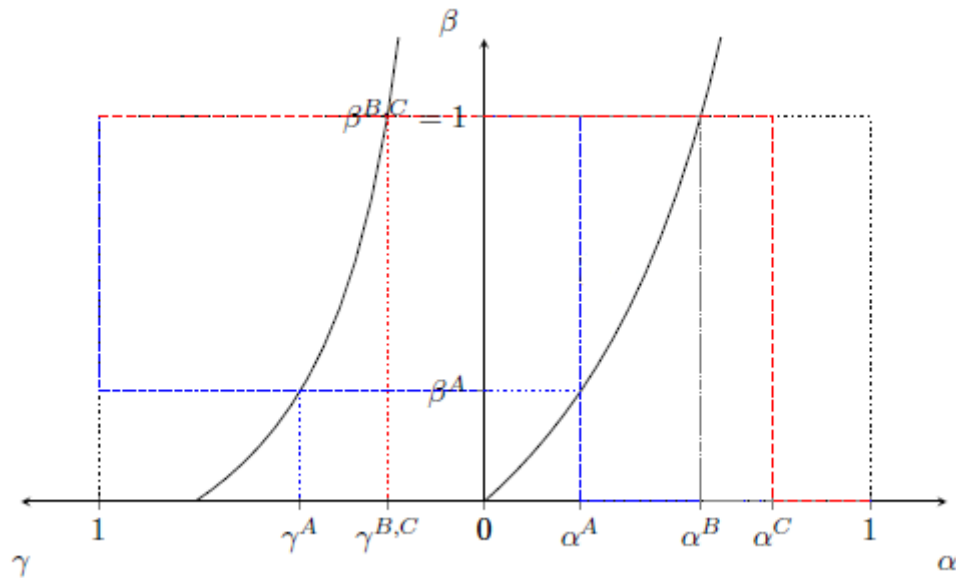


Рисунок 2.7 – Повністю змішана рівновага (A, блакитна пунктирна лінія, $r = 2$), частково змішана рівноваги (C, червона пунктирна лінія, $r = 0$), і їх взаємні межі (B, чорна штрих-пунктирна лінія, $r = 0.75$)

Таблиця 2.8 Значення параметрів для рисунку 2.7

Параметр	v	b	pL	pH	q	r	$x + \Delta x$	x	$y + \Delta y$	y	z	$z + \Delta z$
Повністю змішана рівновага (A)	12	3	8	8	4	2	10	1	8	7	5	8
Межа (B)	12	3	8	8	4	0.75	10	1	8	7	5	8
Частково змішана рівновага (C)	12	3	8	8	4	0	10	1	8	7	5	8

Тепер розглянемо частково змішану рівновагу, яке позначили червоним кольором і індексом C. Встановивши $r = 0$, отримаємо $\alpha^C = 0.75$, де рівняння (2.17) дає рівноважний значення для $\beta^{B,C} = 1$ на вертикальній осі. При заданому $\beta^{B,C}$ через рівняння (2.19) отримуємо рівноважне значення $\gamma^{B,C}$ на оберненій горизонтальній осі. Варто звернути увагу, що єдина різниця між граничним і частково змішаним типами рівноваги полягає в наступному. На кордоні (позначеної сірим кольором і надрядковим B при $r = 0.75$) посадова особа

байдужий між прийняттям і відхиленням хабаря і рандомізує з виродженою ймовірністю змішаної стратегії 1, в той час як в частково змішаній рівновазі посадова особа суворо воліє приймати і відповідати взаємністю.

Для ілюстрації переходу від часткової рівноваги до повністю змішаного використовується той же набір числових значень параметрів, що і в таблиці 2.8. На рисунку 2.8 показаний перехід між двома рівновагами при збільшенні r , причому часткова рівновага знаходиться в затіненій області.

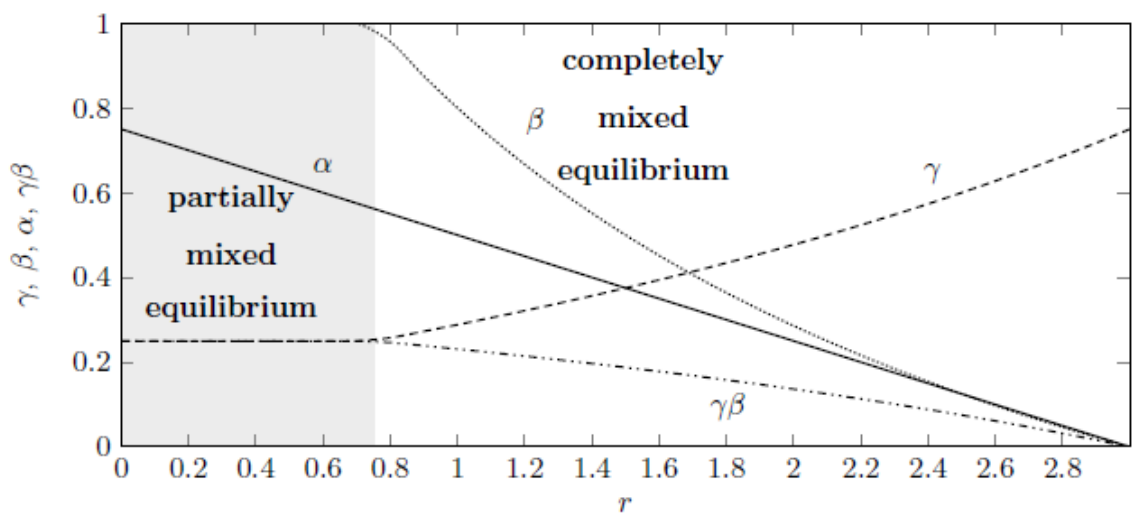


Рисунок 2.8 – Перехід від частково змішаної рівноваги до повністю змішаної в міру збільшення r від 0 до 3 для обраного набору числових значень.

Використовуються значення для розбірливих діапазонів

Розглянемо тепер рисунок 2.9, гру в розширеній формі другого випадку, де γ' – ймовірність хабарництва, β' – ймовірність прийняття та взаємності і α' – ймовірність виявлення. У цьому випадку ймовірність $1 - \beta'$ відображає поняття відхилення хабаря і повідомлення про нього. Зверніть увагу, що для кращого уявлення, в історичних даних β' та $1 - \beta'$ дзеркально відображаються на рисунку 2.9.

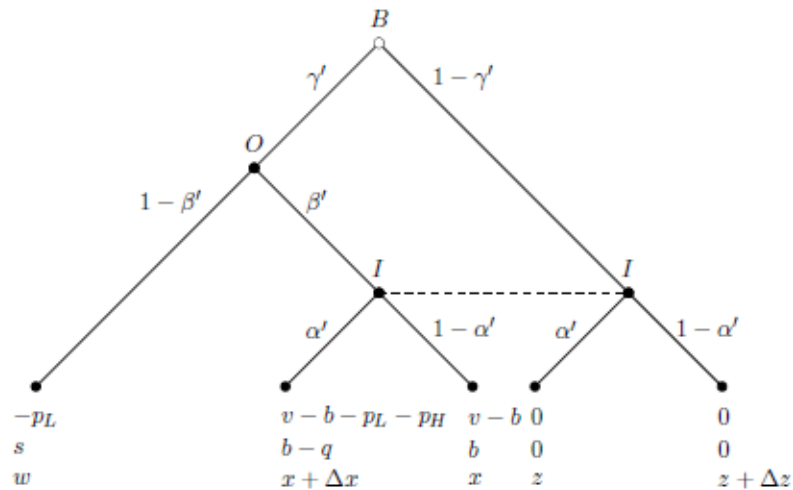


Рисунок 2.9 – Розширена форма гри з повідомленнями

Ми використовуємо всі припущення з попереднього випадку, на додаток до наступного. Найголовніше, враховуючи можливість повідомлення про хабарництво, посадова особа вважає за краще відмовитися і повідомити, якщо вона розраховує на перевірку, що позначається буквою s . Варто ще раз відзначити, що між двома іграми виграш за звітність у другому випадку незначний, але строго більше, ніж виграш за просту відмову у випадку 1, так що $r < s$. На рисунку 2.9 також показано, що на відміну від першого випадку, тепер клієнту напевно загрожує штраф p_L , якщо хабар відхилений і повідомлений (замість $\alpha' * (-p_L)$, якщо тільки відхилена), і що виплата інспектора тут w , оскільки в даному випадку інспектор не робить ніяких дій. В результаті інспектор тільки рандомізує за дві історії в її набір інформації: або взаємним хабарем або не хабар. Достатньо адаптувати звичайні для інспекційної гри припущення про виплати інспектора, де $0 < \Delta x; \Delta z$.

Виходячи з припущень «Р» та першого випадку, ми припускаємо, що з урахуванням γ', β' та $\alpha' \in (0,1)$ ми знаходимося в унікальній змішаній стратегії рівновазі Неша. Нагадаємо вирішальне поняття, що, щоб грати змішану стратегію, кожний гравець повинен вибирати випадково між своїми відповідними чистими стратегіями з розподілом ймовірностей, який тримає інших гравців байдужими між їх відповідними чистими стратегіями.

Насправді, не все так сильно змінюється від першого випадку до другого. Незначне збільшення будь-якого штрафу на клієнта (pL ; pH) в рівновазі за інших рівних умов знижує її очікуваний виграш за хабар. Щоб залишити її байдужою, β' має збільшитися, бо α' не може зменшитися, бо це зробило б посадової особи більше не байдужим. Якщо β' збільшується, γ' має зменшуватися, щоб інспектор залишався байдужим.

Аналогічно, незначне збільшення або штрафу на посадову особу (q), або винагороди за звітність (s) зменшує очікуваний виграш за взаємність посадової особи, таким чином, α' має зменшуватися, щоб компенсувати цей ефект. Однак, якщо α' зменшується, очікуваний виграш клієнта за хабар збільшується. Таким чином, щоб компенсувати це, β' повинен також зменшуватися. Нарешті, якщо β' зменшується, γ' має збільшитися, щоб інспектор залишився байдужим. Ці ефекти ідентичні першому випадку.

Роздуми інспектора тепер залежить тільки від лише дві події, що відповідають взаємністю хабаря (i) і ніяких хабарів (iii), що спрощує аналіз. Припустимо, що в рівновазі, γ зменшується. Це означало б перехід від хабаря до відсутності хабаря або від події (i) до події (iii). Отже, інспектор більше не буде байдужим, але вважатиме за краще не проводити інспекцію. Щоб компенсувати це, β' повинен збільшитися. Припустимо, γ' зменшилося і β' збільшилася пропорційно, так що $\gamma' * \beta'$ залишилося постійним. Це означає, що ймовірність події (i) залишається постійною, а ймовірність події (iii) збільшується. В цьому випадку інспектор знову вирішив не перевіряти, тому що її очікування виграшу для відмови від проведення інспекції збільшилася б. Таким чином ми довели друге припущення. Будь-яка зміна в γ' має супроводжуватися непропорційно великою зміною в β' в протилежну сторону, таким чином, щоб ймовірність повторної хабаря ($\gamma' * \beta'$) завжди змінювалася в ту ж сторону, що і ймовірність повторної хабаря (β'). Знову ж таки, ми можемо підтвердити ці результати математично, що ми робимо в наступному підрозділі.

Щоб висловити байдужість алгебраїчно, для кожного гравця ми прирівнюємо виграші для кожної стратегії. Використовуючи виплати на рисунку 2.9, отримуємо рівняння (2.25), (2.26) і (2.27):

– Клієнт байдужий:

$$\beta'(v - b - \alpha' * (pL + pH) + (1 - \beta') * (-pL)) = 0 \quad (2.25)$$

– Посадова особа байдужий:

$$\alpha' * (b - q) + (1 - \alpha') * b = \alpha' * s + (1 - \alpha') * s \quad (2.26)$$

– Інспектор байдужий:

$$\gamma' * \beta' * (x + \Delta x) + (1 - \gamma') * z = \gamma' * \beta' * x + \gamma(1 - \gamma') * (z + \Delta z) \quad (2.27)$$

З них ми отримуємо такі рівноважні ймовірності для γ' , β' та α' :

$$\beta' = \frac{pL}{(v - b - \alpha' * (pL + pH) + pL)} \quad (2.28)$$

$$\alpha' = \frac{b - s}{q} \quad (2.29)$$

$$\gamma' = \frac{\Delta z}{\beta' \Delta x + \Delta z} \quad (2.30)$$

Знову ж таки, ми виводимо і повідомляємо явні рівноважні рішення для рівнянь (2.28) і (2.30) для повноти, висловлюючи поведінкові змінні тільки як функції виплат.

$$\beta = \frac{q * pL}{(v - b + pL) * q - (b - s) * (pL + pH)} \quad (2.31)$$

$$\gamma = \frac{[(v - b + pL) * q - (b - s) * (pL + pH)] * \Delta z}{q * pL * \Delta x + [(v - b + pL) * q - (b - s) * (pL + pH)] * \Delta z} \quad (2.32)$$

Оскільки міркування, які показують існування повністю змішаної рівноваги, паралельні тому, що і в першому випадку, ми опускаємо довгий висновок і продовжуємо порівняльний аналіз статички. Дивлячись на (2.29), ми знаємо, що збільшення або q , або s призведе до зменшення на α' . Згодом зменшення α' призводить до зменшення з β' по (2.28) і до збільшення з γ' по (2.30). Іншими словами, збільшення штрафних санкцій на посадову особу знизить ймовірність перевірки та прийняття і хабарництва у відповідь, але збільшить ймовірність хабарництва.

Дивлячись на (2.29), ми знаємо, що якщо ми збільшимо pH , β' також збільшиться. Як і раніше, (2.30) показує, що якщо β' збільшується, γ' буде зменшуватися і навпаки. Складніше побачити, що станеться з β' , якщо pL зміниться. Ми диференціюємо (2.28) відповідно:

$$\frac{d\beta'}{dpL} = \frac{1-\beta'*(1-\alpha')}{v-b-\alpha'*(pL+pH)+pL} \quad (2.33)$$

Враховуючи, що $\alpha', \beta' \in (0,1)$, ми знаємо, що чисельник і знаменник повинен бути позитивним. Таким чином, ми робимо висновок, що pL буде рухатися в тому ж напрямку, що і β' , припускаючи, що ефект pL якісно такий же, як і pH . Ми можемо розрізняти (2.27), щоб побачити, що γ' має, по суті, завжди рухатися в протилежному напрямку до β' :

$$\frac{d\gamma'}{d\beta'} = \frac{\gamma'*\Delta x}{\beta'*\Delta x - \Delta z} \quad (2.33)$$

Його знак негативний. Таким чином, ми можемо підтвердити, що збільшення або штрафу за хабар знизить ймовірність хабарництва, але збільшить ймовірність прийняття і взаємності. Залишається питання, що станеться з загальною ймовірністю $\gamma' * \beta'$, якщо, наприклад, β' зміниться. Ми повністю диференціюємо (2.27) і отримуємо:

$$\frac{d\gamma'\beta}{d\beta'} = \frac{\Delta z}{\Delta x} \quad (2.33)$$

Її знак позитивний, показуючи, що $\gamma' * \beta'$ повинен рухатися в тому ж напрямку, що β' . Ми прийшли до висновку, що якщо pL або pH збільшаться, це сприятиме корупції ($\gamma' * \beta'$), тоді як збільшення q буде стримувати корупцію. Ці результати такі ж, як і у випадку 1. Представимо їх у вигляді таблиці 2.9

Таблиця 2.9 Зміни в γ' , β' та α' при збільшенні штрафів в другому випадку

	Екзогенний параметр, який потрібно збільшити		
	Штраф за хабар	Штраф за отримання взаємності	Штраф або винагорода посадовій особі
Ендогенна змінна	(pL)	(pH)	$(q \text{ або } s)$
Імовірність хабарництва (γ')	—	—	+
Імовірність взаємності (β')	+	+	—
Імовірність взаємних хабарів ($\gamma' * \beta'$)	+	+	—
Імовірність виявлення злочину (α')	Немає впливу	Немає впливу	—

Важливо зауважити, що у випадку зменшення екзогенних параметрів, зміна імовірностей, буде прямо протилежна збільшенню, як наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 Зміни в γ' , β' та α' при збільшенні штрафів в другому випадку

	Екзогенний параметр, який потрібно зменшити		
	Штраф за хабар	Штраф за отримання взаємності	Штраф або винагорода посадовій особі
Ендогенна змінна	(pL)	(pH)	$(q \text{ або } s)$
Імовірність хабарництва (γ')	+	+	—
Імовірність взаємності (β')	—	—	+
Імовірність взаємних хабарів ($\gamma' * \beta'$)	—	—	+
Імовірність виявлення злочину (α')	Немає впливу	Немає впливу	+

Висновки до розділу

Ми побудували дві окремі великі корупційні гри з трьома гравцями, у яких клієнт і посадова особа можуть давати хабарі і відповідати взаємністю відповідно, а інспектор може перевіряти чи не перевіряти. Вони відрізняються наступним. Випадок 1 припускає, що посадова особа, якщо вона вирішить не відповідати взаємністю, просто відмовиться від хабаря. Інспектор не знає про це, і в цьому випадку історія взаємних хабарів, так і історія відхиленних хабарів мають відношення до розрахунку очікуваної корисності для інспектора. Випадок 2 припускає, що винагорода робить вигідним для посадової особи повідомити, а не просто відхилити. В цьому випадку вузол відхилення/журнал звітів стає неактуальним для інспектора. Незважаючи на цю відмінність між випадками,

наші результати щодо оптимального стримування залишаються надійними. Максимальні штрафи на посадову особу (за прийняття і взаємне отримання хабаря) максимально стримують корупцію (тобто загальна ймовірність хабарництва максимально знижується), а максимальні штрафи на клієнта-навпаки. Ці результати відрізняються від приписів Беккера щодо стримування корупції (таких як Ламбсдорфа та Нелла (2007) [24]), так і від інших прогнозів інспекційної гри. Порівняння обох випадків, коли ми трохи підвищуємо винагороду за повідомлення про виплату за замовчуванням за відхилення, показує, що, як тільки звітність стає більш прибутковою, ймовірність відповіді хабарництва (корупції) піддається безперервному збільшенню. Це залишається вірним до тих пір, поки клієнти караються за хабарі. Принаймні, в межах правдоподібного діапазону і з деякою свободою дій корупція більш ймовірна, якщо ми заохочуємо посадових осіб за звітність про клієнтів. Тільки мінімізація штрафів для клієнтів скорочує цей діапазон. Політичні наслідки цих висновків є значними. Ми не тільки підтверджуємо, що асиметричні покарання надають більш сильне стримуючий вплив на ймовірність взаємних хабарів в нашій моделі, але і рекомендуємо, при інших рівних умовах, щоб законодавство, яке заохочує подання повідомлень про хабарництво посадовими особами, могло значно збільшити кількість випадків корупції і, отже, має бути змінено.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДО НАВЕДЕНОЇ МОДЕЛІ

3.1 Розробка архітектури і функціональної схеми програми

Для здійснення розрахунків за наведеною моделлю було розроблено власний програмний продукт, призначений для моделювання виграшу кожного з типів гравців у грі, відповідно до теоретичного матеріалу, описаному у другому розділі.

Структура гри:

Гра між трьома гравцями: Клієнт, Посадова особа та Інспектор.

Кожен гравець виграє монети; сума залежить від дій всіх трьох гравців.

На початку гри кожному гравцеві дається по X монет. У грі доступні дві дії для кожного гравця, які описані в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 Можливі дії кожного з учасників гри

Гравець	Дія 1	Дія 2
Клієнт	Не пропонувати хабар	Пропонувати хабар
Посадова особа	Відмовитись від хабаря	Приймати хабар
Інспектор	Не перевіряти	Перевіряти дії

В загальних рисах:

Клієнт отримує монети, пропонуючи хабар, тоді і тільки тоді, коли посадова особа приймає його і інспектор не проводить перевірку.

Посадова особа отримує монети, приймаючи хабар, якщо і тільки якщо Клієнт пропонує його та інспектор не перевіряє.

Інспектор отримує монети, перевіряючи, якщо і тільки якщо Клієнт пропонує хабар і Посадова особа його приймає.

По-перше, припустимо, що інспектор не перевіряє дії двох інших.

А: якщо Клієнт не пропонує, то нічого не відбувається. Таким чином, гравці закінчують гру, як вони почали, вигравши:

Клієнт: X монет, Посадова особа: X монет, Інспектор: X монет.

В: якщо Клієнт пропонує хабар, а Посадова особа відмовляється, то гравці закінчують, як вони почали, вигравши:

Клієнт: X монет, Посадова особа: X монет, Інспектор: X монет.

С: якщо Клієнт пропонує, і Посадова особа приймає, то Y монет передаються від Клієнта Посадовій особі.

Але і Z монет передаються від Інспектору Клієнту

Так гравці виграють:

Клієнт: $X - Y + Z$ монет, Посадова особа: $X + Y$ монет, Інспектор: $X - Z$ монет.

Тепер припустимо, що Інспектор перевіряє дії двох інших. Це коштує 10 монет, незалежно від дій інших гравців. У порівнянні з А-С вище:

А': якщо Клієнт не пропонує, то результат, як в А, за винятком того, що Інспектор втрачає 2 монети в якості ціни перевірки. Так гравці виграють:

Клієнт – 15 монет, Посадова особа – 13 монет, Інспектор – 2 монети.

В': якщо Клієнт пропонує, а Посадова особа відкидає, то результати, як в В, за винятком Інспектора, який втрачає 2 монети, як ціна перевірки, але і 2 монети передаються від Клієнта Інспектору. Тому гравці виграють:

Клієнт – 8 монет, Посадова особа – 10 монет, Інспектор – 10 монети.

С' : якщо Клієнт пропонує, і Посадова особа приймає, то результат, як в С, за винятком Інспектора, який втрачає 2 монети, як ціну перевірки, але і 8 монет передаються від Клієнта Інспектору і 6 монет переводяться від Посадової особи Інспектору. Так гравці виграють:

Клієнт – 7 монет, Посадова особа – 7 монет, Інспектор – 12 монети.

Монети, які виграються в кожному раунді накопичуються протягом всіх раундів.

В інтерфейсі програми задаються параметри моделі: початкова сума, сума виплат та сума штрафів.

3.2 Вибір інструментальної платформи для реалізації та інструкції по експлуатації програми

В ході виконання розробки програми була використана платформа NetLogo 6.0.4 для 64-bit версії платформи.

NetLogo - це програмоване середовище моделювання для симуляції природних та соціальних явищ.

Інструкція по експлуатації програми:

1. Задати початкові вхідні дані для моделі. Початкове вікно програми зображено на рисунку 3.1.

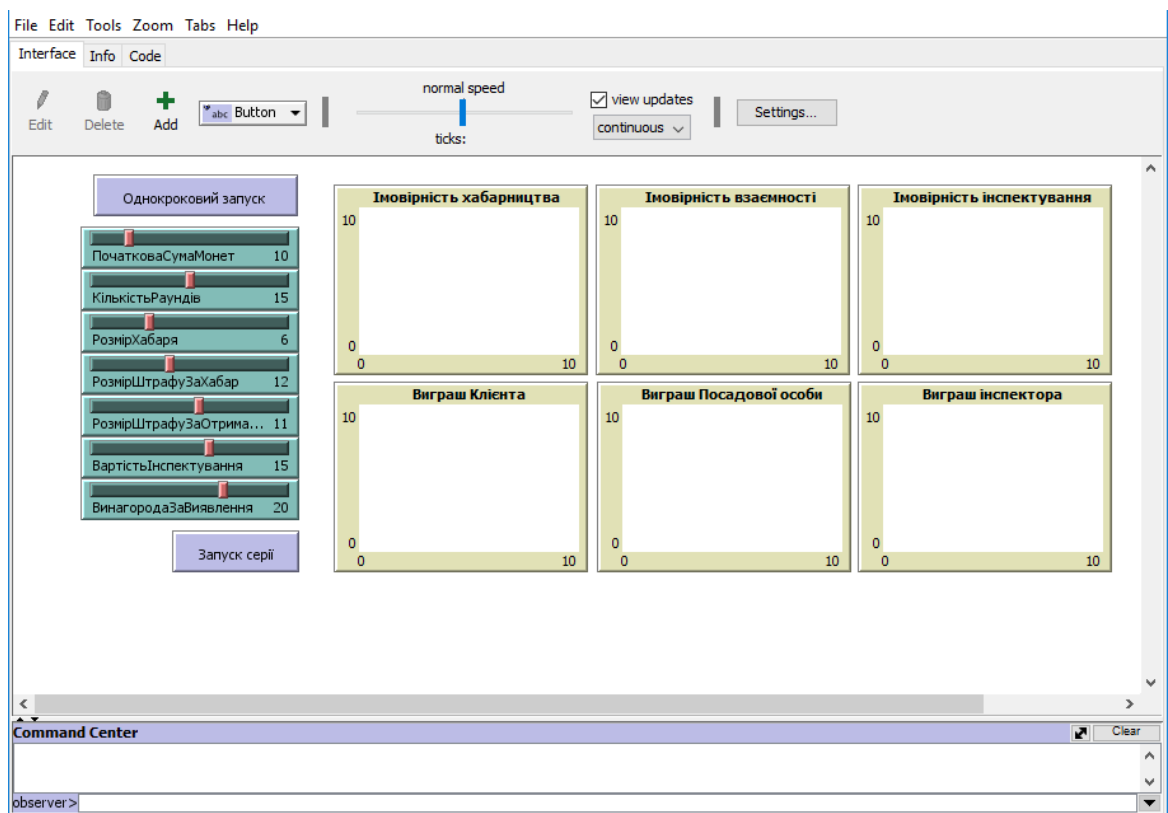


Рисунок 3.1 – Початкове вікно вибору параметрів моделі

2. Задаємо необхідні параметри. Максимальні значення параметрів обмежені повзунками.

3. Для отримання результатів одного раунду гри потрібно натиснути кнопку «Однокроковий запуск». На графіках в правій частині відображатимуться поточні дані моделі. Для повного багатокрокового запуску системи необхідно натиснути «Запуск серії». Кількість раундів також задається параметрично. Нижче представлені результати для однокрокової гри на рисунку 3.2.

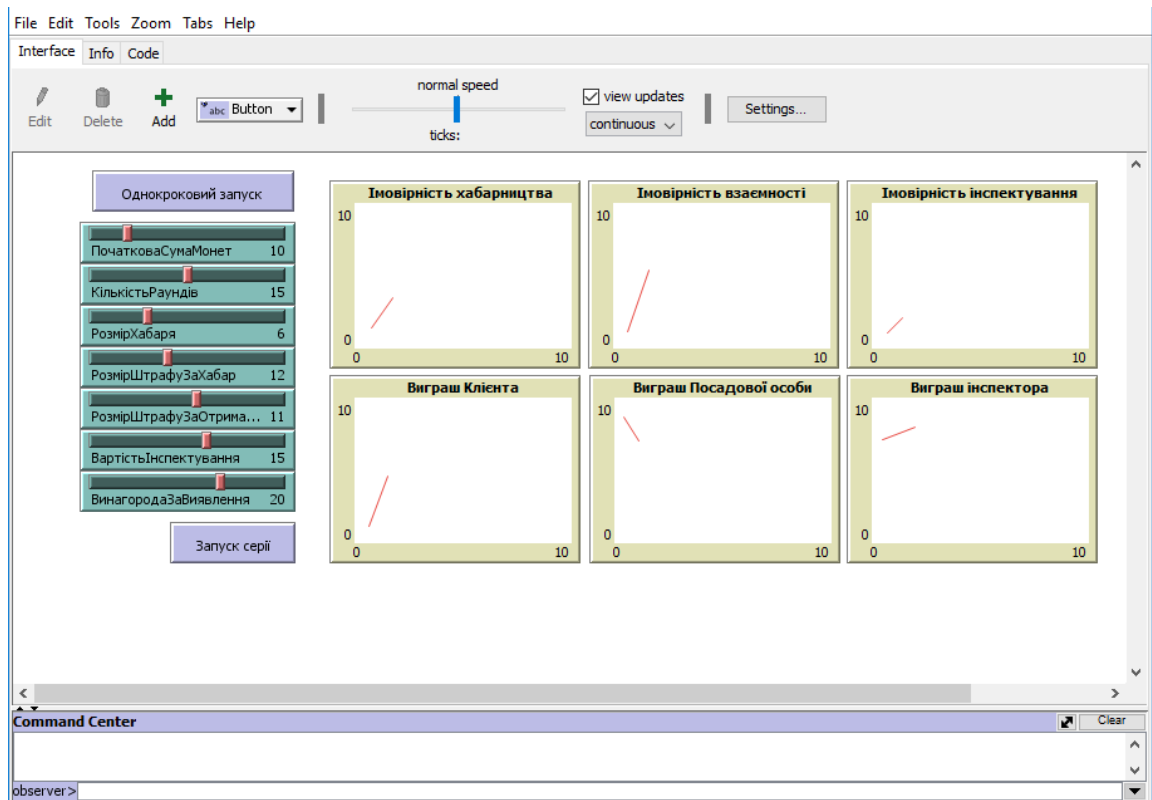


Рисунок 3.2 – Приклад роботи одного кроку програми

3.3 Результати виконання програми

В ході виконання програми було проведено ряд досліджень з різними вхідними параметрами. Всі результати зібрані та агреговані у вигляді сукупних графіків, які відображають зміну ймовірностей в залежності від обраних параметрів. Сукупні результати представлені на рисунку 3.3:

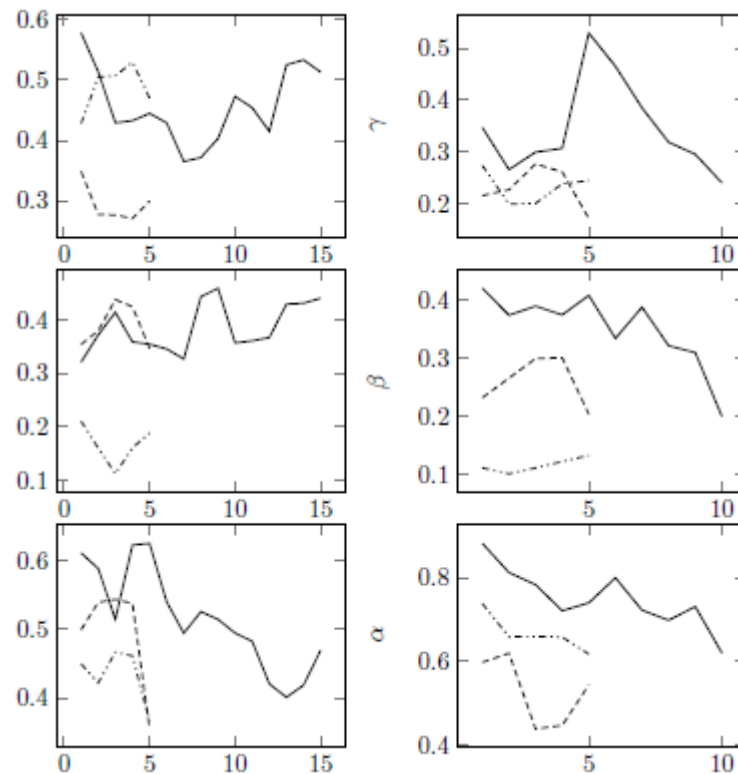


Рисунок 3.2 – Отриманий розподіл ймовірностей в результаті виконання програми

Висновки до розділу

В даному розділі описано структурну схему розробленого програмного продукту, обґрунтовано вибір цільової ОС, надана коротка інструкція з експлуатації програмного продукту. Програмний продукт надає можливість ввести дані, переглянути опис вибраної моделі, обчислити ймовірність справдження відповідних дій агентів, їх функції виплат та отримати аналіз результату. Наведено приклад застосування розробленого програмного продукту для різних початкових даних.

За результатами, отриманими в розділі, можна зробити висновок, що програма дає можливість обрахувати очікуваний рівень корупції за введеними даними. Програма працює коректно, що продемонстровано на різних тестових прикладах

Ми побудували гру для трьох гравців майже зі строго протилежними виплатами, де клієнт вирішує, давати хабар посадовій особі чи ні, посадова особа вирішує, відхиляти або приймати, а інспектор вирішує, проводити перевірку чи ні. Виплати структуровані таким чином, що хабарництво і прийняття окупаються, якщо немає інспекції, але перевірка є дорогою і, таким чином, окупається тільки в тому випадку, якщо є хоча б спроба хабаря.

В даному розділі описано структурну схему розробленого програмного продукту, обґрунтовано вибір цільової ОС, надана коротка інструкція з експлуатації програмного продукту. Програмний продукт надає можливість ввести дані, переглянути опис вибраної моделі, обчислити ймовірність справдження відповідних дій агентів, їх функції виплат та отримати аналіз результату. Наведено приклад застосування розробленого програмного продукту для різних початкових даних.

За результатами, отриманими в розділі, можна зробити висновок, що програма дає можливість обрахувати очікуваний рівень корупції за введеними даними. Програма працює коректно, що продемонстровано на різних тестових прикладах

Ми побудували гру для трьох гравців майже зі строго протилежними виплатами, де клієнт вирішує, давати хабар посадовій особі чи ні, посадова особа вирішує, відхиляти або приймати, а інспектор вирішує, проводити перевірку чи ні. Виплати структуровані таким чином, що хабарництво і прийняття окупаються, якщо немає інспекції, але перевірка є дорогою і, таким чином, окупається тільки в тому випадку, якщо є хоча б спроба хабаря.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї проекту

Опис ідеї стартап проекту описано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка моделі явища корупції як гри трьох агентів з різними вхідними параметрами	Аудит підприємств	Зменшення корумпованості підприємства
	Організаційне управління	Правильна організаційна структура

Сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту зображено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Визначення характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Потенційні товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтр. сторона)	S (сильна сторона)
		SNI	Leas oft	PAnY st			
1.	Відсутність прив'язки до формату даних	+		-	+		
2.	Моделювання і прогнозування			-			+
3.	Ймов. аналіз			+			+
5.	АВС-аналіз			+		+	
5.	Відомість бренду		+	-	+		

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічний аудит ідеї проекту наведений у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Ігровий підхід	NetLogo	Технологія наявна і не потребує змін. Потрібно реалізувати алгоритм.	Технологія загальнодоступна
2	Ймовірностний аналіз	NetLogo	Необхідно реалізувати алгоритм	Технологія загальнодоступна
3	Моделювання та аналіз результатів	NetLogo	Необхідно реалізувати розроблені моделі	Технологія загальнодоступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: для реалізації проекту обрана мова програмування NetLogo.				

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Характеристика потенційного ринку стартап-проекту наведена у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	2500 ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30 %

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту наведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Аудит організаційної структури підприємств	Середній та великий бізнес, що застосовують системи керування ресурсів підприємства, державні підприємства, аудиторські компанії	ERP система підприємства, розміри оброблюваних даних, технічні обмеження, бюрократичні обмеження	Ефективність прогнозування Швидка обробка даних Оптимальне використання ресурсів

Можливі загрози для стартап-проекту наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Невпорядкованість і неповнота даних	Клієнтські бази можуть містити невпорядковані дані і також певні дані можуть бути відсутніми	Додавання модуля попередньої обробки даних
2	Нестача технічних ресурсів	Клієнти можуть мати обмежені локальні технічні ресурси, недостатні для повноцінної роботи системи	Винесення модуля обчислення на сервери компаній-партнерів

Фактори можливостей наведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Хмарні обчислення	Можливість виконання усіх обчислень на віддалених серверах	Пристосування модулів обчислення для роботи на сервері
2	Коригування прогнозу	Можливість коригування прогнозу в режимі реального часу на основі власної бази даних та спорідненої інформації з інтернету	Розробка модулів інтеграції з обліковими системами підприємств.

Проведений ступеневий аналіз конкуренції на ринку зображено у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - олігополія	Присутня невелика кількість фірм. Більшість ринку контролюють фірми-гіганти	Впровадження технологічних інновацій. Кооперація з дослідницькими центрами. Розширення функціоналу та задоволення потреб клієнтів.
2. За рівнем конкурентної боротьби - глобальний	Продукція не залежить від країни чи локалізації клієнта	
3. За галузевою ознакою внутрішньогалузева	Продукт спрямований на роздрібну торгівлю	
4. Конкуренція за видами товарів: - за бажанням	Полягає у випередженні задоволення бажань клієнта	

Продовження таблиці 4.8

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Переваги передбачають собою ефективність та різноманіття функціоналу	
6. За інтенсивністю - не марочна	Торгова марка майже немає впливу	

Проведений аналіз конкуренції в галузі зображено у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти
	SNI, Leasoft, PAnYst	SAPPAN
Висновки	Контролюють велику частину ринку, мають узагальнені рішення	Спрямовані на малий бізнес, не мають локалізацій для більшості країн Європи

Фактори конкурентоспроможності та їх обґрунтування наведені в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Інновації	Інноваційні рішення мають забезпечити перевагу нашим клієнтам над конкурентами
2	Функціонал	Функціонал повинен покривати вирішення необхідних задач клієнтів
3	Цінова політика	Вартість продукту відіграє велику роль при виборі системи клієнтом
4	Ресурсоемність	Великі затрати технічних ресурсів можуть спровокувати необхідність залучення додаткових коштів

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту відображено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін RFS

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів- конкурентів у порівнянні з RFS						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
	Інновації	18							
	Функціонал	12							
	Цінова політика	16							
	Ресурсоємність	3							

SWOT-аналіз проекту наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: розумна цінова політика, функціонал забезпечує рішення більшості задач клієнта	Слабкі сторони: відсутність співпраці з інноваційними центрами,
Можливості: впровадження інноваційних рішень, оптимізація роботи продукту	Загрози: неточність результатів

Альтернативи ринкового впровадження проекту розглянуто в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Спеціалізовані рішення	Висока	1-3 місяців
2	Хмарний сервіс	Висока	3-6 місяців
3	Узагальнення рішення, вихід на нові сфери ринку	Середня	6-12 місяці

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Опис та вибір цільових груп потенційних клієнтів зображено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Малий бізнес	Абсолютна готовність в розгляді подібних рішень.	Високий попит	Середня	Вхід в сегмент складний
2	Середній бізнес	Середня готовність. В залежності від виду бізнесу, готовність різниться.	Середній попит	Вище середньої	Вхід в сегмент достатньо складний
3	Великий бізнес	Низький рівень, оскільки у великому бізнесі важче переналаштувати свій організаційний устрій.	Низький	Середня	Вхід в сегмент складний
Які цільові групи обрано: 1,2					

В таблиці 4.15 зображено вибір базової стратегії розвитку.

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розробка та створення додаткових функціональних модулів	Таргетні пропозиції бізнесу, проведення презентації функціональних рішень на ярмарках та конференціях	Відсутність аналогічних до новостворених функціональних модулів у конкурентів	Розробка та удосконалення існуючих модулів на основі потреб ринку та інформації від клієнтів

В таблиці 4.16 наведено визначення базової стратегії конкурентної поведінки.

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Можливі обидва варіанти	Стандартні функціональні модулі будуть виконувати схожі функції.	Унікальна цінова політика, функціональні інновації, сучасні технології

В таблиці 4.17 наведено визначення стратегії позиціонування.

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Висока якість прогнозування в клієнтській сфері застосування	Розробка та удосконалення існуючих модулів на основі потреб ринку та інформації від клієнтів	Спеціалізовані рішення, хмарні сервіси	Прогнозування, передбачення, аналіз

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

В таблиці 4.18 представлені ключові переваги концепції потенційного товару.

Таблиця 4.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Широкий функціонал	Вирішення задач	Забезпечує вирішення більшої кількості задач бізнесу
2	Спеціалізовані рішення	Вирішення задач	Забезпечує більш ефективне вирішення задач у звуженій сфері застосування
3	Технічні ресурси	Хмарні сервіси	Дозволяє користуватись рішенням за рахунок віддалених технічних потужностей

Опис трьох рівнів моделі товару відображено у таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Обробка, аналіз даних. Прогнозування та передбачення потреб споживача		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Швидкодія	Нм	Тх/Тл/Е
	Ефективність	Нм	Тх/Тл
	Користувацький інтерфейс	Нм	Е
	Якість: стандарти відповідні до законодавства. Створені функціональні скріпти.		
	Пакування: Власний сайт		
	Марка: CM Solutions		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: застосунок для інтеграції в існуючі системи керування підприємством для прогнозування та передбачення потреб споживачів на основі великих масивів даних		
	Після продажу: Швидкодія, ефективність, легкість у користуванні		
Закритий код. Захищений від можливості декомпіляції.			

Визначення меж встановлення ціни показано в таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	-	200\$/міс	Рівень доходів підприємств надзвичайно високий	150-200\$/міс

Формування системи збуту зображено в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Таргетні пропозиції для компаній	Презентації функціоналу	-	-

Концепція маркетингових комунікацій відображена у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Середній бізнес – оптимальні рішення за невисоку ціну	Соціальні мережі, внутрішньо ринкова комунікація	Прогнозування покупок споживача	Короткий опис переваг продукту, заохочення дізнатись більше	Передбачення покупок споживачів
2	Великий бізнес – повноцінні рішення для покращення продажів	Таргетні дзвінки до клієнтів	Прогнозування покупок споживача	Донести інформацію про оптимальність рішення для бізнесу клієнта	Передбачення покупок споживачів

Висновки до розділу

Отже, відповідно до вищенаведених результатів, можна стверджувати про наявність попиту на запропоновану систему. Варто зауважити, що присутня мала конкуренція, оскільки рішення нове, тож інноваційна складова продукту дозволяє суттєво збільшити конкурентоспроможність проекту.

ВИСНОВКИ

У даній роботі було досліджено поняття корупції, причини її виникнення, вплив на економіку, тощо. Корупція – це спільний злочин. Потенційну шкоду суспільству завдає не тільки хабарництво, а й зловживання державними ресурсами, викликане хабарництвом. Інтуїтивно, загроза покарання повинна служити стримуючим фактором для корупціонерів. Аналогічним чином, можна припустити, що надання посадовим особам стимулу повідомляти про клієнтів через винагороду має сприяти зменшенню корупції. В даній роботі ми побудували правдоподібні моделі корупції, які показують, що інтуїція може вводити в оману.

Ми побудували дві окремі великі корупційні гри з трьома гравцями, у яких клієнт і посадова особа можуть давати хабарі і відповідати взаємністю відповідно, а інспектор може перевіряти чи не перевіряти. Вони відрізняються наступним. Випадок 1 припускає, що посадова особа, якщо вона вирішить не відповідати взаємністю, просто відмовиться від хабаря. Випадок 2 припускає, що винагорода робить вигідним для посадової особи повідомити, а не просто відхилити. Незважаючи на цю відмінність між випадками, наші результати щодо оптимального стримування залишаються надійними. Максимальні штрафи на посадову особу (за прийняття і взаємне отримання хабаря) максимально стримують корупцію (тобто загальна ймовірність хабарництва максимально знижується), а максимальні штрафи на клієнта-навпаки. Порівняння обох випадків, коли ми трохи підвищуємо винагороду за повідомлення про виплату за замовчуванням за відхилення, показує, що, як тільки звітність стає більш прибутковою, ймовірність відповіді хабарництва (корупції) піддається безперервному збільшенню. Це залишається вірним до тих пір, поки клієнти караються за хабарі. Принаймні, в межах правдоподібного діапазону і з деякою свободою дій корупція більш ймовірна, якщо ми заохочуємо посадових осіб за звітність про клієнтів. Тільки мінімізація штрафів для клієнтів скорочує цей

діапазон. Політичні наслідки цих висновків є значними. Ми не тільки підтверджуємо, що асиметричні покарання надають більш сильне стримуючий вплив на ймовірність взаємних хабарів в нашій моделі, але і рекомендуємо, при інших рівних умовах, щоб законодавство, яке заохочує подання повідомлень про хабарництво посадовими особами, могло значно збільшити кількість випадків корупції і, отже, має бути змінено.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сорокіна Н. Г. Напрями запобігання корупції в органах публічної влади на сучасному етапі державотворення / Н. Г. Сорокіна // Державне управління та місцеве самоврядування. - 2015. - Вип. 2. - С. 259-267.
2. Гнатієнко Г. Декотрі аспекти явища корупції та її вплив на економіку України / Г. Гнатієнко, Л. Ледомська // Економічний часопис. - 1997. - №9. - С. 29-34.
3. Дацишин М. Феномен тіньової економіки в Україні. Розвиток економічних реформ в Україні: матеріали досліджень переможців всеукраїнського конкурсу «Економічні реформи в Україні: Позиція молоді». / Дацишин М. - К.: «Козаки», 1999. - 57 с.
4. Кауфман Д. Корупція в тумані двозначності / Д. Кауфман // Політика і час. - 1998. - №1. - С. 58-59.
5. Kachaner N. Corruption Under the Post-Communist Transformation / N. Kachaner, G. Stalk, A. Bloch // Polish Sociological Review. - 2012. - No 11. - pp. 103-106.
6. Kaminski A. Corruption Under the Post-Communist Transformation / A. Kaminski // Polish Sociological Review. - 1997. - Vol. 2, No 118. - pp. 2-9.
7. Поліщук Г. Вплив корупції на економічний розвиток, інвестиції та державні витрати / Г. Поліщук // Регіональна економіка. - 2014. - №2. - С. 10-11.
8. Семенов Г. А. Класифікація центрів фінансової відповідальності на підприємстві / Семенов Г. А. // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. - 2006. - № 5. - С. 276-278.
9. Спекторський І.Я. Методи оптимізації: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності «Системний аналіз і управління» / І.Я. Спекторський, А.П. Яковлева. - К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. - 60 с.

10. Маслак В. О. Ринкова інфраструктура та її вплив на економічне зростання виробництва / Маслак В.О., Маслак О.О., Жежуха В.Й. ; НАН України, Ін-т регіон. дослідж. – Львів: Ін-т регіон. дослідж., 2010. – 202 с.
11. Michel P. On the transversality condition in infinite horizon optimal control problems, *Econometric* / P. Michel – New York, 1982 – 272 p.
12. Dawid H. On the Persistence of Corruption / H. Dawid, G. Feichtinger // *Journal of economics*. – 1996. – No 2. – pp.177-193.
13. Spengler E. S. Detection and Deterrence in the Economics of Corruption, *University of York* / E. S. Spengler. – New York, 2014 – 314 p.
14. Feichtinger G. On the Stability and Potential Cyclicity of Corruption within Governments subject to Popularity Constraints / G. Feichtinger, F. Wirl // *Mathematical Social Sciences*. – 1994. – No 28. – pp. 113–131.
15. Wrzaczek S. The reproductive value in distributed optimal control models. *Theoretical Population Biology* / S. Wrzaczek, M. Kuhn, A. Prskawetz. – Krakov: Wydawnictwo Literackiego, 2010. – 670 p.
16. Chander P. Corruption in Tax Administration, *J. Public Economy* / P. Chander, L. Wilde – Seattle, 1992 – 125 p.
17. Myles G. D. Intermediate Public Economics, MIT Press / G. D. Myles, J. Hindriks. – Boston, 2005 – 624 p.
18. Mookherjee D. Optimal Auditing, Insurance, and Redistribution / D. Mookherjee // *Quarterly J. Econ.* – 1989. - No 14. – pp. 276-278.
19. Vasin A. Tax Collection and Corruption in Fiscal Bodies / A. Vasin // *Working Paper*. – 2000. – No 10. – pp. 96-108.
20. Hart O.D. The Theory of Contracts, Cambridge University Press / O. D. Hart, B. Holmstrom. – New York, 1987 – 512 p.
21. Laffont J. A Theory of Incentives in Procurement and Regulation, MIT Press / J. Laffont, J. Tirole. – Boston, 1993 – 256 p.
22. Bashnyanyn G. I. Optimal Auction Design / G. I. Bashnyanyn – Lviv : Publ. house of Lviv Commercial Acad., 2012. – 1149 p.

23. Полтерович В.М. Факторы коррупции / В. М. Полтерович
// Экономика и математические методы. - 1998. - Т. 34. Выпуск 3. – С. 30-39.
24. Andvig J. C. The Economics of Corruption: a Survey, Studi Economici /
J. C. Andvig. – New York, 2000 – 263 p.

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

```

globals [
  num-first-strategy-games
  num-second-strategy-games

  first-strategy-score
  second-strategy-score

  a111 a112 a121 a122 a211 a212 a221 a222
]

turtles-own [
  score
  strategy
  partnered?
  partner
  act?
]

to setup
  clear-all
  setup-turtles
  read-matrix
  reset-ticks
end

to setup-turtles
  make-turtles
  setup-common-variables
end

to make-turtles
  create-turtles count-first-strategy-numbers [ set strategy "first" set color red set shape "circle"]
  create-turtles count-second-strategy-numbers [ set strategy "second" set color blue set shape "circle"]
end

to setup-common-variables
  ask turtles [
    set score 0
    set partnered? false
    set partner nobody
    set act? false
    setxy random-xcor random-ycor
  ]
end

to go
  print first-strategy-score
  print second-strategy-score
  print num-first-strategy-games
  print num-second-strategy-games

```

```

if (num-first-strategy-games > 0 and num-second-strategy-games > 0)
[
  ifelse (first-strategy-score / (num-first-strategy-games) > second-strategy-score / (num-second-strategy-
games))
  [
    ask n-of (count turtles with [strategy = "first"] * 0.5) turtles with [strategy = "first"]
    [
      set strategy "second" set color red
    ]
  ]
  [
    ask n-of (count turtles with [strategy = "second"] * 0.5) turtles with [strategy = "second"]
    [
      set strategy "first" set color blue
    ]
  ]
]

clear-last-round
ask turtles [ partner-up ]
let partnered-turtles turtles with [ partnered? ]
ask partnered-turtles [ get-payoff ]
do-scoring
tick
end

to clear-last-round
ask turtles with [partnered?]
[
  set partnered? false
  set partner nobody
]
set first-strategy-score 0
set second-strategy-score 0
set num-first-strategy-games 0
set num-second-strategy-games 0
end

to partner-up
if (not partnered?)
[
  setxy random 100 random 100
  set partner one-of (turtles in-radius R) with [ not partnered? ]
  if (partner != nobody)
  [
    set partnered? true
    ask partner [ set partnered? true set partner myself ]
  ]
]
end

to get-payoff
let partner-strategy [strategy] of partner

ifelse strategy = "first"

```

```

[
  if-else partner-strategy = "first"
  [
    set num-first-strategy-games num-first-strategy-games + 2
    ;set score (score + a111) set label score
    set score a111 set label score
    ;ask partner [set score (score + a112) set label score]
    ask partner [set score a112 set label score]
  ]
  [
    set num-first-strategy-games num-first-strategy-games + 1
    set num-second-strategy-games num-second-strategy-games + 1
    ;set score (score + a121) set label score
    set score a121 set label score
    ;ask partner [set score (score + a122) set label score]
    ask partner [set score a122 set label score]
  ]
]
[
  if-else partner-strategy = "first"
  [
    set num-first-strategy-games num-first-strategy-games + 1
    set num-second-strategy-games num-second-strategy-games + 1
    ;set score (score + a211) set label score
    set score a211 set label score
    ;ask partner [set score (score + a212) set label score]
    ask partner [set score a212 set label score]
  ]
  [
    set num-second-strategy-games num-second-strategy-games + 2
    ;set score (score + a221) set label score
    set score a221 set label score
    ;ask partner [set score (score + a222) set label score]
    ask partner [set score a222 set label score]
  ]
]
end

to do-scoring
  set first-strategy-score (calc-score "first" count-first-strategy-numbers)
  set second-strategy-score (calc-score "second" count-second-strategy-numbers)
end

to-report calc-score [strategy-type num-with-strategy]
  ifelse num-with-strategy > 0 [
    report (sum [ score ] of (turtles with [ strategy = strategy-type ]))
  ] [
    report 0
  ]
end

to read-matrix
  let pos position ";" AA
  set a111 read-from-string substring AA 0 (pos)
  set a112 read-from-string substring AA (pos + 1) length AA

```

```

set pos position ";" AB
set a121 read-from-string substring AB 0 (pos)
set a122 read-from-string substring AB (pos + 1) length AB

set pos position ";" BA
set a211 read-from-string substring BA 0 (pos)
set a212 read-from-string substring BA (pos + 1) length BA

set pos position ";" BB
set a221 read-from-string substring BB 0 (pos)
set a222 read-from-string substring BB (pos + 1) length BB
end
@#$#@#$#@
GRAPHICS-WINDOW
329
15
839
526
-1
-1
23.905
1
10
1
1
1
1
0
1
1
1
1
-10
10
-10
10
1
1
1
ticks
10.0

PLOT
12
302
276
504
Average Payoff
Iterations
Ave Payoff
0.0
10.0
0.0
5.0
true
true
"" ""
PENS

```

```
"first" 1.0 0 -2674135 true "" "if num-first-strategy-games > 0 [ plot first-strategy-score / (num-first-strategy-games) ]"
"second" 1.0 0 -13345367 true "" "if num-second-strategy-games > 0 [ plot second-strategy-score / (num-second-strategy-games) ]"
```

SLIDER

16

152

237

185

count-first-strategy-numbers

count-first-strategy-numbers

0

20

10.0

1

1

NIL

HORIZONTAL

SLIDER

17

195

238

228

count-second-strategy-numbers

count-second-strategy-numbers

0

20

10.0

1

1

NIL

HORIZONTAL

INPUTBOX

888

139

1103

199

AA

1;1

1

0

String

INPUTBOX

1110

137

1325

197

AB

2;1

1

0

String

INPUTBOX

1110

207

1325

267

BB

2;2

1

0

String

INPUTBOX

889

207

1104

267

BA

1;2

1

0

String

INPUTBOX

16

87

66

147

R

3.0

1

0

Number

BUTTON

16

13

79

46

setup

setup

NIL

1

T

OBSERVER

NIL

NIL

NIL

NIL

1

BUTTON

16

51

93

84

go-once

go

NIL

1

T

OBSERVER

NIL

NIL

NIL

NIL

1

BUTTON

89

13

152

46

go

go

T

1

T

OBSERVER

NIL

NIL

NIL

NIL

1

@#\$#@#\$#@

@#\$#@#\$#@

default

true

0

Polygon -7500403 true true 150 5 40 250 150 205 260 250

airplane

true

0

Polygon -7500403 true true 150 0 135 15 120 60 120 105 15 165 15 195 120 180 135 240 105 270 120 285 150 270 180 285 210 270 165 240 180 180 285 195 285 165 180 105 180 60 165 15

arrow

true

0

Polygon -7500403 true true 150 0 0 150 105 150 105 293 195 293 195 150 300 150

box

false

0

Polygon -7500403 true true 150 285 285 225 285 75 150 135

Polygon -7500403 true true 150 135 15 75 150 15 285 75

Polygon -7500403 true true 15 75 15 225 150 285 150 135

Line -16777216 false 150 285 150 135

Line -16777216 false 150 135 15 75

Line -16777216 false 150 135 285 75

bug
true
0

Circle -7500403 true true 96 182 108
Circle -7500403 true true 110 127 80
Circle -7500403 true true 110 75 80
Line -7500403 true 150 100 80 30
Line -7500403 true 150 100 220 30

butterfly
true
0

Polygon -7500403 true true 150 165 209 199 225 225 225 255 195 270 165 255 150 240
Polygon -7500403 true true 150 165 89 198 75 225 75 255 105 270 135 255 150 240
Polygon -7500403 true true 139 148 100 105 55 90 25 90 10 105 10 135 25 180 40 195 85 194 139 163
Polygon -7500403 true true 162 150 200 105 245 90 275 90 290 105 290 135 275 180 260 195 215 195 162 165
Polygon -16777216 true false 150 255 135 225 120 150 135 120 150 105 165 120 180 150 165 225
Circle -16777216 true false 135 90 30
Line -16777216 false 150 105 195 60
Line -16777216 false 150 105 105 60

car
false
0

Polygon -7500403 true true 300 180 279 164 261 144 240 135 226 132 213 106 203 84 185 63 159 50 135 50 75 60 0 150 0 165 0 225 300 225 300 180
Circle -16777216 true false 180 180 90
Circle -16777216 true false 30 180 90
Polygon -16777216 true false 162 80 132 78 134 135 209 135 194 105 189 96 180 89
Circle -7500403 true true 47 195 58
Circle -7500403 true true 195 195 58

circle
false
0

Circle -7500403 true true 0 0 300

circle 2
false
0

Circle -7500403 true true 0 0 300
Circle -16777216 true false 30 30 240

cow
false
0

Polygon -7500403 true true 200 193 197 249 179 249 177 196 166 187 140 189 93 191 78 179 72 211 49 209 48 181 37 149 25 120 25 89 45 72 103 84 179 75 198 76 252 64 272 81 293 103 285 121 255 121 242 118 224 167
Polygon -7500403 true true 73 210 86 251 62 249 48 208
Polygon -7500403 true true 25 114 16 195 9 204 23 213 25 200 39 123

cylinder
false

0
Circle -7500403 true true 0 0 300

dot
false
0
Circle -7500403 true true 90 90 120

face happy
false
0
Circle -7500403 true true 8 8 285
Circle -16777216 true false 60 75 60
Circle -16777216 true false 180 75 60
Polygon -16777216 true false 150 255 90 239 62 213 47 191 67 179 90 203 109 218 150 225 192 218 210 203 227 181 251 194 236 217 212 240

face neutral
false
0
Circle -7500403 true true 8 7 285
Circle -16777216 true false 60 75 60
Circle -16777216 true false 180 75 60
Rectangle -16777216 true false 60 195 240 225

face sad
false
0
Circle -7500403 true true 8 8 285
Circle -16777216 true false 60 75 60
Circle -16777216 true false 180 75 60
Polygon -16777216 true false 150 168 90 184 62 210 47 232 67 244 90 220 109 205 150 198 192 205 210 220 227 242 251 229 236 206 212 183

fish
false
0
Polygon -1 true false 44 131 21 87 15 86 0 120 15 150 0 180 13 214 20 212 45 166
Polygon -1 true false 135 195 119 235 95 218 76 210 46 204 60 165
Polygon -1 true false 75 45 83 77 71 103 86 114 166 78 135 60
Polygon -7500403 true true 30 136 151 77 226 81 280 119 292 146 292 160 287 170 270 195 195 210 151 212 30 166
Circle -16777216 true false 215 106 30

flag
false
0
Rectangle -7500403 true true 60 15 75 300
Polygon -7500403 true true 90 150 270 90 90 30
Line -7500403 true 75 135 90 135
Line -7500403 true 75 45 90 45

flower
false
0
Polygon -10899396 true false 135 120 165 165 180 210 180 240 150 300 165 300 195 240 195 195 165 135

Circle -7500403 true true 85 132 38
 Circle -7500403 true true 130 147 38
 Circle -7500403 true true 192 85 38
 Circle -7500403 true true 85 40 38
 Circle -7500403 true true 177 40 38
 Circle -7500403 true true 177 132 38
 Circle -7500403 true true 70 85 38
 Circle -7500403 true true 130 25 38
 Circle -7500403 true true 96 51 108
 Circle -16777216 true false 113 68 74
 Polygon -10899396 true false 189 233 219 188 249 173 279 188 234 218
 Polygon -10899396 true false 180 255 150 210 105 210 75 240 135 240

house

false

0

Rectangle -7500403 true true 45 120 255 285

Rectangle -16777216 true false 120 210 180 285

Polygon -7500403 true true 15 120 150 15 285 120

Line -16777216 false 30 120 270 120

leaf

false

0

Polygon -7500403 true true 150 210 135 195 120 210 60 210 30 195 60 180 60 165 15 135 30 120 15 105 40

104 45 90 60 90 90 105 105 120 120 120 105 60 120 60 135 30 150 15 165 30 180 60 195 60 180 120 195

120 210 105 240 90 255 90 263 104 285 105 270 120 285 135 240 165 240 180 270 195 240 210 180 210 165 195

Polygon -7500403 true true 135 195 135 240 120 255 105 255 105 285 135 285 165 240 165 195

line

true

0

Line -7500403 true 150 0 150 300

line half

true

0

Line -7500403 true 150 0 150 150

pentagon

false

0

Polygon -7500403 true true 150 15 15 120 60 285 240 285 285 120

person

false

0

Circle -7500403 true true 110 5 80

Polygon -7500403 true true 105 90 120 195 90 285 105 300 135 300 150 225 165 300 195 300 210 285 180 195 195 90

Rectangle -7500403 true true 127 79 172 94

Polygon -7500403 true true 195 90 240 150 225 180 165 105

Polygon -7500403 true true 105 90 60 150 75 180 135 105

plant

false

0

Rectangle -7500403 true true 135 90 165 300

Polygon -7500403 true true 135 255 90 210 45 195 75 255 135 285

Polygon -7500403 true true 165 255 210 210 255 195 225 255 165 285

Polygon -7500403 true true 135 180 90 135 45 120 75 180 135 210

Polygon -7500403 true true 165 180 165 210 225 180 255 120 210 135

Polygon -7500403 true true 135 105 90 60 45 45 75 105 135 135

Polygon -7500403 true true 165 105 165 135 225 105 255 45 210 60

Polygon -7500403 true true 135 90 120 45 150 15 180 45 165 90

square

false

0

Rectangle -7500403 true true 30 30 270 270

square 2

false

0

Rectangle -7500403 true true 30 30 270 270

Rectangle -16777216 true false 60 60 240 240

star

false

0

Polygon -7500403 true true 151 1 185 108 298 108 207 175 242 282 151 216 59 282 94 175 3 108 116 108

target

false

0

Circle -7500403 true true 0 0 300

Circle -16777216 true false 30 30 240

Circle -7500403 true true 60 60 180

Circle -16777216 true false 90 90 120

Circle -7500403 true true 120 120 60

tree

false

0

Circle -7500403 true true 118 3 94

Rectangle -6459832 true false 120 195 180 300

Circle -7500403 true true 65 21 108

Circle -7500403 true true 116 41 127

Circle -7500403 true true 45 90 120

Circle -7500403 true true 104 74 152

triangle

false

0

Polygon -7500403 true true 150 30 15 255 285 255

triangle 2

false

0

Polygon -7500403 true true 150 30 15 255 285 255

Polygon -16777216 true false 151 99 225 223 75 224

truck

false

0

Rectangle -7500403 true true 4 45 195 187

Polygon -7500403 true true 296 193 296 150 259 134 244 104 208 104 207 194

Rectangle -1 true false 195 60 195 105

Polygon -16777216 true false 238 112 252 141 219 141 218 112

Circle -16777216 true false 234 174 42

Rectangle -7500403 true true 181 185 214 194

Circle -16777216 true false 144 174 42

Circle -16777216 true false 24 174 42

Circle -7500403 false true 24 174 42

Circle -7500403 false true 144 174 42

Circle -7500403 false true 234 174 42

turtle

true

0

Polygon -10899396 true false 215 204 240 233 246 254 228 266 215 252 193 210

Polygon -10899396 true false 195 90 225 75 245 75 260 89 269 108 261 124 240 105 225 105 210 105

Polygon -10899396 true false 105 90 75 75 55 75 40 89 31 108 39 124 60 105 75 105 90 105

Polygon -10899396 true false 132 85 134 64 107 51 108 17 150 2 192 18 192 52 169 65 172 87

Polygon -10899396 true false 85 204 60 233 54 254 72 266 85 252 107 210

Polygon -7500403 true true 119 75 179 75 209 101 224 135 220 225 175 261 128 261 81 224 74 135 88 99

wheel

false

0

Circle -7500403 true true 3 3 294

Circle -16777216 true false 30 30 240

Line -7500403 true 150 285 150 15

Line -7500403 true 15 150 285 150

Circle -7500403 true true 120 120 60

Line -7500403 true 216 40 79 269

Line -7500403 true 40 84 269 221

Line -7500403 true 40 216 269 79

Line -7500403 true 84 40 221 269

x

false

0

Polygon -7500403 true true 270 75 225 30 30 225 75 270

Polygon -7500403 true true 30 75 75 30 270 225 225 270

@#\$@#\$@

NetLogo 6.0.2

@#\$@#\$@

@#\$@#\$@

@#\$@#\$@

@#\$@#\$@

@#\$@#\$@

default

0.0

-0.2 0 0.0 1.0

0.0 1 1.0 0.0

0.2 0 0.0 1.0

link direction

true

0

Line -7500403 true 150 150 90 180

Line -7500403 true 150 150 210 180

@#\$#@#\$#@

0

@#\$#@#\$#@